Botanical Pool Journal

Lib. Ref. 05
Recd 22 MAR 1952
Ab. by
Date 8.7.52
Ab. articles: pp.

58e Année 1er Trimestre 1952 N° 1

ANNALES DE GEMBLOUX

ORGANE TRIMESTRIEL

de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Institut Agronomique de l'Etat à Gembloux.

(Association sans but lucratif).

SOMMAIRE

P. MARTENS. — *Techniques récentes en Chimie analytique* 1

V. F. QUERTON. — *Contribution à l'étude des conditions de culture à réaliser pour obtenir une production forte et stable d'arôme dans la fermentation des crèmes en laiterie* 15

R. GEORLETTE. — *La parthénocarpie naturelle et artificielle chez les plantes à fruits comestibles* 36

SECRÉTAIRE DE RÉDACTION:
R. GEORLETTE
207, av. R. NEYBERGH,
BRUXELLES II

ASSOCIATION DES INGENIEURS AGRONOMES DE GEMBLOUX
A.I.G.

EDITEUR :
J. DUCULOT
GEMBLOUX

UN ENGRAIS

INDISPENSABLE

LE PHOSPHATE THOMAS

Tout en apportant

Acide phosphorique, Chaux, Magnésie et Manganèse,

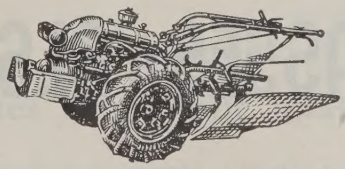
conserve et améliore les qualités physiques de

CHAQUE TERRE

Gamme complète de motoculteurs et motocharrues

SIMAR

3 CV — 5 CV — 8 CV pour l'horticulteur
ainsi que le 9 CV à 3 vitesses, marche arrière —
freins et différentiel pour l'agriculteur.

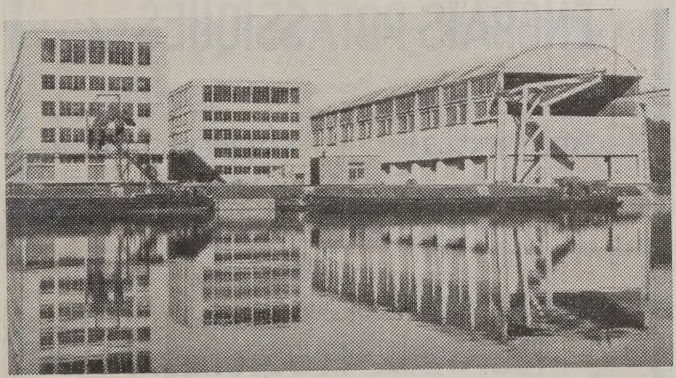


Stérilisateur de terre **SIMOX**

Charles GUINAND

58-62, Grande rue au Bois,
BRUXELLES 3

La Sté Ame A. C. B. I. à Huy



livre, au départ de ses usines de Java-lez-Huy,

les engrais complets granulés	les aliments du bétail	les semences sélectionnées
« PRODUMAX »	**« STAR »**	**« PRODUMAX »**

COGEPOTASSE

IMPORTE LES

POTASSES D'ALSACE

COMPTOIR GÉNÉRAL DES SELS
ET
ENGRAIS POTASSIQUES S.A.

Service Commercial

Service Agronomique

53, BOULEVARD DU MIDI, 53
BRUXELLES

TÉL. 12.65.45
12.65.80

Bureaux Régionaux:

RUE HAMELIUS, 22
ARLON

RUE DE HENIS, 11
TONGRES

ANNALES DE GEMBLOUX

58e Année. 1er Trimestre 1952. No 1.

Techniques récentes en Chimie analytique

Conférence donnée à la journée d'études du 10 juin 1951

par

P. MARTENS,
Professeur.

Monsieur le Ministre,
Monsieur le Recteur,
Mesdames, Messieurs et chers Confrères,

Je m'adresserai ici plus spécialement aux Anciens d'entre vous, ceux qui ont quitté notre Institut depuis de nombreuses années déjà, qui en gardent le souvenir et qui par suite d'orientations professionnelles assez diverses n'ont guère l'occasion d'être initiés aux récents progrès de la chimie analytique.

Les contingences économiques de l'Industrie moderne peuvent se traduire par les adverbes : vite, bien, beaucoup et bon marché ; ces conditions se répercutent naturellement sur les moyens de contrôle de la production : sur le laboratoire et ses méthodes.

Les moyens mis en œuvre, pour répondre aux besoins actuels, peuvent être énumérés comme suit :

1. Utilisation rationnelle des réactifs les plus appropriés et plus spécialement les réactifs organiques.
2. Choix convenable des techniques, excluant les manipulations longues et difficiles, les séparations successives avec leur cortège de précipitations, de filtrations et de lavages.
3. Développement accentué de l'appareillage.
4. Emploi judicieux de personnel subalterne spécialisé.

Le sujet à traiter est ample, je le traiterai pour vous d'une manière résumée et rapide, sans toucher au quatrième et dernier point que je ne cite que pour être complet.

Les réactifs.

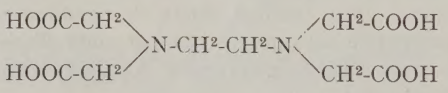
Les réactifs organiques recommandés jusqu'à ce jour sont excessivement nombreux ; ils sont utilisables dans le domaine qualitatif aussi bien que quantitatif : l'Union internationale de Chimie les a soumis à une étude critique approfondie, s'attachant à ne garder en analyse minérale que ceux qui réunissent les caractères de sélectivité et de spécificité même en présence de doses relativement importantes de substances étrangères.

Parmi les réactifs nouveaux une mention spéciale doit être réservée aux *Trillons* ou *Complexons*.

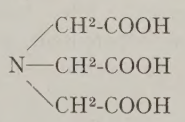
Ce sont des acides organiques faibles, employés à l'état libre ou à l'état de sels sodiques ; ils ont la propriété de s'unir très aisément à la plupart des cations pour former des composés stables et peu dissociés. Certains sont utilisés en blanchisserie comme adoucisseurs d'eau.

Deux de ces composés méritent d'être retenus :

a. L'acide éthylène-diamino-tétraacétique (Complexon I) et son sel disodique (Complexon III) :



b. L'acide nitril-triacétique :



Le principe des dosage effectués par emploi de complexons se base sur les points suivants :

1. Une libération d'ions H^+ aux dépens d'une solution neutre de cation suivant l'équation :

$$H^2\ Comp.^{--} + M^{++} = M.\ Comp.^{--} + 2\ H^+$$

On titre l'acidité qui s'est développée après l'addition de Complexon, soit par une liqueur alcaline en présence d'un indicateur

coloré, soit par titration de l'iode dégagé par le mélange iodure-iodate sous l'influence d'un acide d'après l'équation. :

$$IO^{3-} + 5\ I^- + 6\ H^+ = 6\ I + 3\ H^2O$$

2. La transformation en complexe du cation à titrer : on titre par une liqueur de complexon : la disparition de la réaction du cation est appréciée par un indicateur (souvent la murexide).

L'usage des complexons est encore peu répandu : il semble que leur première application d'envergure consistera à remplacer les liqueurs de savon dans la détermination de la dureté des eaux : la rapidité et l'exactitude seraient meilleurs, mais le prix de revient serait supérieur.

Techniques et appareillage.

A. *Gravimétrie.*

L'instrument de base, l'âme du laboratoire d'analyse reste la balance. Mais la rapidité des pesées s'est largement accrue par l'emploi de plus en plus répandu des balances freinées. Parmi celles-ci la balance à sensibilité constante (Système Mettler) présente des avantages appréciables : les poids sont manipulés de l'extérieur et leur totalisation s'inscrit directement dans une

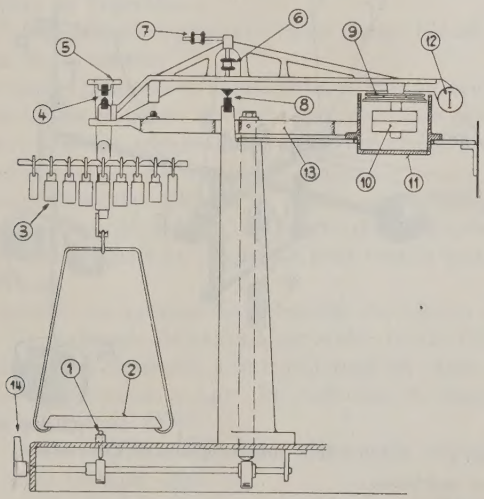


Fig. 1. — Schéma Balance Mettler.

(Cliché Mettler)

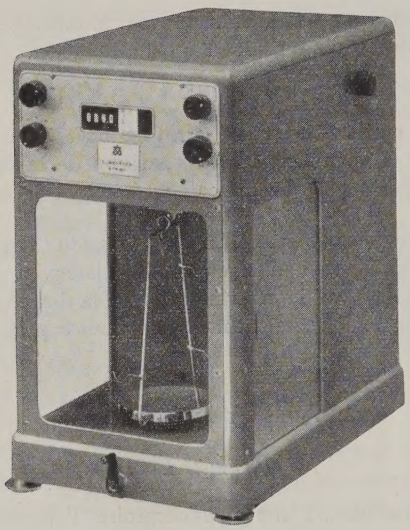
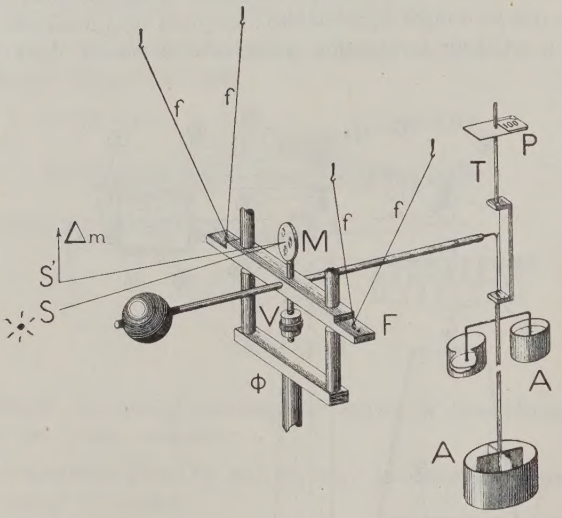


FIG. 2. — Vue de la Balance METTLER.
(Cliché METTLER)



(Cliché ADAMEL)

FIG. 3. — Schéma de la thermobalance de CHEVENARD.

S : Source lumineuse.
S' : Inscription photographique.
T : Tige soutenant le creuset qui plonge dans un four non indiqué.

fenêtre pratiquée à l'avant. Le fléau supporte toujours la même charge, ce qui donne à cet appareil un caractère spécial, facilement discernable sur la schéma de la figure 1 : pour peser un corps, au lieu de charger le plateau de poids, comme c'est l'habitude, on le décharge. La figure 2 donne une vue générale de l'instrument.

Pour l'étude de la perte de poids des matières au séchage, on utilise des étuves conditionnées : étuves dans lesquelles les conserves peuvent être disposées sur un plateau reposant par l'intermédiaire d'une tige verticale sur le fléau d'une balance située à la partie inférieure : la courbe de perte de poids est obtenue en réunissant par une ligne continue les différents points déterminés en cours d'opération.

Actuellement par l'intermédiaire de la thermo-balance, et plus spécialement la thermo-balance de CHEVENARD, on obtient directement l'enregistrement de la courbe sur papier photographique depuis la température ordinaire jusque 1000°C.

Le schéma de la figure 3 permet de comprendre le principe de l'appareil qui présente les caractéristiques principales suivantes :

a. La suspension est assurée par fils au lieu de couteaux qui s'émoussent en travail continu.

b. Le four est situé à la partie supérieure pour éviter les courants de convection.

c. Un système de réglage spécial permet d'obtenir une loi de chauffe, constante, croissante ou décroissante, selon les besoins ou les désirs de l'opérateur.

d. L'enregistrement photographique permet l'étude des moindres détails de la courbe.

Par tarage préalable de l'appareil on peut transformer les valeurs des ordonnées en poids : la courbe donne en abscisses les temps en relation avec les températures et en ordonnées les poids de la matière soumise à l'action de la chaleur.

Chaque substance possède sa courbe caractéristique ; dans les cas de mélanges on obtient une courbe résultante, de laquelle par un système d'équations simples on peut tirer la valeur de chaque constituant.

Supposons un mélange de carbonates de calcium et de magnésium. La carbonate de calcium est stable jusque 660°C. ; à cette température il commence à se transformer en oxyde : la transformation est terminée à 540°. Le carbonate de magnésium n'est stable que jusque 480°.

La courbe résultante fournira donc trois paliers :

1° palier : jusque 480°.

2° palier : 480° à 660°.

3° palier : au dessus de 660°.

La hauteur séparant les premier et deuxième paliers correspond au poids de CO^2 dégagé lors de la décomposition de $MgCO^3$; celle qui sépare les deuxième et troisième correspond à CO^2 provenant de $CaCO^3$.

Cette technique trouve une application très importante dans l'étude de la température de décomposition des précipités analytiques sous l'effet de la chaleur (séchage, calcination). Le professeur Duval, que nous avons eu le plaisir d'entendre à Gembloux, nous en a rapporté de saisissants exemples.

2. Potentiométrie.

Les mesures de potentiel d'électrodes ont pris une grande extension dans l'appréciation du terme des titrations, non seulement dans les réactions acides-bases, mais encore dans celles qui mettent en jeu des réactions de précipitation, d'oxydoréduction ou de complexion ; parmi les mesures potentiométriques, celles dites « du point mort » (potentiel obtenu en fin de titrage) sont largement utilisées dans les laboratoires industriels.

Je ne puis omettre de signaler ici la technique de Fischer du titrage de l'eau par une liqueur d'iode et d'acide sulfureux en solution dans la pyridine ; l'iode ne réagit avec l'anhydride sulfureux qu'en présence d'eau ; la réaction est explicitée par l'équation :

$$2\ H^2O + I^2 + SO^2 = 2\ HI + H^2SO^4.$$

Le réactif de Fischer est titré par rapport à l'alcool méthylique à teneur connue en eau. La matière à titrer est dissoute ou mise en suspension dans le méthanol ou la pyridine anhydres, puis titrée par le réactif de Fischer ; le terme est appréciable par potentiométrie.

3. La spectrographie.

Les différentes applications de la spectrographie se répandent de plus en plus dans les laboratoires d'analyse.

La spectrographie d'émission, appliquée depuis longtemps à l'analyse qualitative, fournit maintenant d'intéressants résultats en analyse quantitative, surtout pour la détermination de faibles quantités d'éléments métalliques.

Le plus souvent les raies obtenues au spectrographe sont enregistrées photographiquement, puis leur intensité est appréciée par photométrie ; cependant on a construit des appareils, qui, par utilisation des propriétés des tubes accélérateurs d'électrons placés aux endroits de formation de raies caractéristiques, permettent

en des temps excessivement réduits la lecture du pourcentage de plusieurs éléments mineurs dans des échantillons de métaux industriels.

Je ne puis ici omettre de signaler les belles réalisations basées sur la spectrographie des flammes : en alimentant une flamme oxyacéthylénique par un aérosol de solution à analyser on produit une source lumineuse analysable par le spectrographe. Dans de nombreux cas l'intensité de la coloration est directement mesurable à l'aide de cellules photo-électriques. Le principe est largement utilisé à la détermination du potassium, du sodium et plusieurs autres éléments dans les plantes. Un appareil producteur de flamme peut s'adapter au spectrophotomètre de BECKMAN (voir fig. 6 et 7).

La spectrographie d'absorption est d'usage plus courant : elle est basée sur la diminution d'intensité d'un rayonnement au fur et à mesure de son passage à travers une solution absorbante.

L'intensité de l'absorption varie avec la nature et la concentration de la matière dissoute, la nature du solvant, l'épaisseur de la couche et la longueur d'onde du rayonnement.

Pour une longueur d'onde déterminée l'intensité du rayon émergent est fournie par la relation :

$$I = I^o.e^{-k.l.c.}$$

dans laquelle I^o représente l'intensité du rayon incident, e la base des logarithmes, k une constante variant avec la longueur d'onde, la nature du solvant et celle de la substance dissoute, l l'épaisseur de la couche et c la concentration en substance absorbante.

Cette relation peut encore s'écrire :

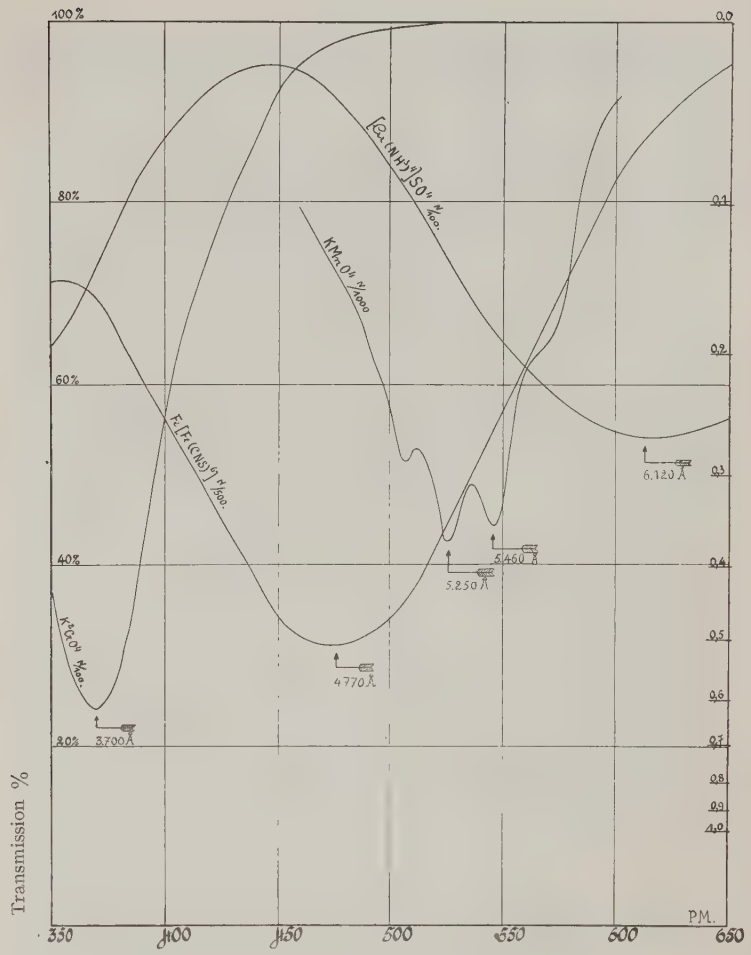
$$\log \frac{I^o}{I} = k.l.c.$$

Le log. du rapport I^o/I, représenté par la lettre E, est appelé « Densité optique » ou « Extinction ». Si k et l sont constants dans une série de mesures, on obtient :

$$\log \frac{I^o}{I} = E = K.c.$$

Les techniques utilisant les rayonnements visibles (4.000 à 7.500 Å) appartiennent au domaine de la *Colorimétrie*. Pour les rayonnements inférieurs on parle de spectrophotométrie dans l'ultra-violet et dans l'infra-rouge pour les rayonnements supérieurs (8.000 à 15.000 Å).

On peut encore, de manière assez analogue, apprécier l'intensité d'un trouble (*Néphélométrie* et *Turbidimétrie*) ou l'intensité d'une fluorescence par exposition aux rayons ultraviolets (*Fluorimétrie*).



Longueur d'onde en mm.

Fig. 4. — Courbes d'absorption de solutions diverses.

On constate que les substances en solution présentent des bandes d'absorption dont l'intensité peut être traduite en courbes en fonction de la longueur d'onde du rayon incident (fig. 4).

Dans le travail on a intérêt à choisir la longueur d'onde pour laquelle l'absorption est maxima (Valeurs élevées de K.).

D'après l'équation reprise plus haut, théoriquement les densités optiques sont proportionnelles aux concentrations ; pratiquement cette loi (LAMBERT-BEER) n'est pas stricte et ne s'applique que pour les solutions diluées.

Dans les différents rayons émis par une source lumineuse on peut effectuer une sélection par emploi de monochromateurs à prismes ou à réseaux ou par interposition de filtres colorés, plus ou moins sélectifs.

L'appréciation du rapport entre les intensités des rayons incident et émergent est obtenue le plus facilement au moyen de cellules photo-électriques : le schéma suivant montre un exemple de montage (fig. 5).

Le rayon monochromatique R traversant le solvant pur fournit un rayon émergent I^o dont l'intensité est mesuré par une cellule photoélectrique équipée de son milli-ampèremètre.

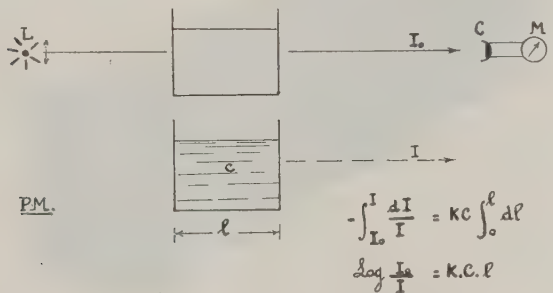


Fig. 5. — Schéma d'un colorimètre à une cellule photo-électrique.
L : Source lumineuse.
C : Cellule photoélectrique.
M : Milli-ampèremètre.

En remplaçant le solvant pur par la solution à examiner (sous la même épaisseur) on obtient un razon émergent d'intensité I. On peut calculer la valeur du rapport des intensité I^o et I ou la graduer directement sur l'appareil de mesure.

Les mesures photométriques ont le grand avantage de fournir des résultats rapides dans les solutions diluées, préparées, soit au moyen de faibles prises d'essai, soit au moyen de substances

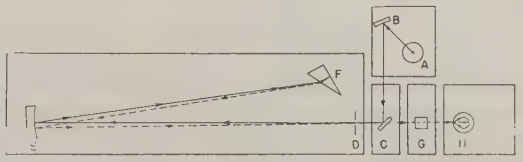


Fig. 6. — Schéma du Spectrophotomètre Beckman.
(Cliché Beckman)

pauvres en éléments à doser. Les appareils qu'on rencontre dans le commerce présentent des possibilités diverses : la fig. 6 représente le spectrophotomètre de Beckman, équipé avec monochromateur à prisme, une seule cellule photoélectrique avec étage d'amplification ; il peut fournir des mesures depuis 2.000 Å jusque 10.000 Å avec un pouvoir sélectif de l'ordre de quelques Å.

Les examens en ultra-violet et en infra-rouge exigent malheureusement des appareils très coûteux.

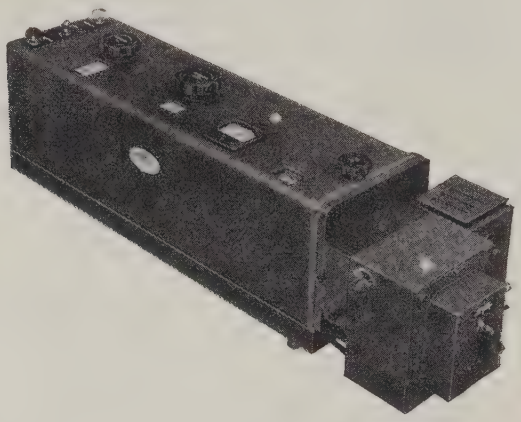


Fig. 7. — Vue du Spectrophotomètre de Beckman.
(Cliché Beckman)

La spectrographie de masse, surtout utilisée pour l'étude des isotopes, commence à donner des résultats intéressants dans l'analyse des constituants des hydrocarbures naturels dans lesquels elle permet de retrouver la présence de groupements chimiques caractéristiques ; cet appareillage très spécialisé est aussi très coûteux.

Enfin *la spectrographie Raman* possède sur le plan analytique un rôle plus qualitatif que quantitatif, car elle permet de déceler la présence d'isomères en mélange.

4. La polarographie.

En principe la polarographie est une électrolyse en potentiel variable sur électrode fluante de mercure (électrode à gouttes) dans laquelle on mesure les valeurs de l'intensité du courant de diffusion. En reportant les résultats de ces mesures dans un diagramme (intensité en fonction du potentiel) on obtient la courbe représentative du phénomène.

Si la solution dans laquelle plonge l'électrode ne joue que le rôle d'une résistance, la valeur du courant de diffusion est proportionnelle à la force électromotrice (différence de potentiel entre les électrodes) et la courbe est une droite (Loi d'Ohm).

Mais si la solution contient un ou des électrolytes, on constate qu'au potentiel de réduction des ions réductibles au contact de la cathode il se produit une augmentation assez brusque de la valeur du courant de diffusion. Si on reporte donc dans un diagramme les valeurs du courant de diffusion en fonction des potentiels, on obtient une courbe dentelée présentant des paliers : les emplacements des variations du courant de diffusion (sauts polarographiques) correspondent, pour une solution d'électrolytes donnés, à des ions déterminés, et les valeurs de variations (hauteurs des sauts) correspondent à des concentrations d'ions qu'on peut mesurer par comparaison avec des solutions de concentrations connues (voir Fig. 9).

Les valeurs des potentiels de décomposition et celles des variations du courant de diffusion peuvent changer avec la composition de la solution électrolytique de base.

L'appareil utilisé se compose, schématiquement, d'une électrode (cathode) constituée par un capillaire débitant du mercure pur en fines gouttes dans une solution électrolytique, dite de base,

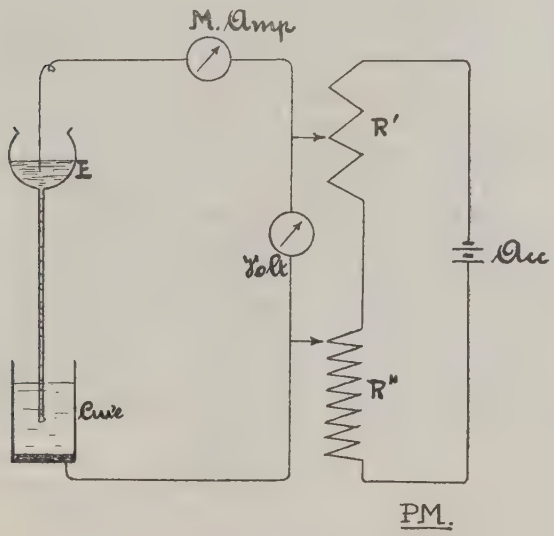


Fig. 8. — Schéma d'un polarographe.

surmontant une couche de mercure (anode). La tension croissante est obtenue par glissement d'un curseur sur une résistance parcourue par un courant constant et connu, provenant d'un accumulateur ; l'intensité du courant de diffusion est mesuré par un milli ou micro-ampèromètre muni d'un shunt ; (voir fig. 8).

On a construit des appareils dans lesquels l'application du potentiel croissant est commandé par moteur ; le même moteur entraîne un rouleau de papier photographique sur lequel un spot lumineux inscrit la courbe représentant la loi de variation ou polarogramme.

Il arrive souvent que les courbes présentent des anomalies, le plus souvent des maximums (voir fig. 9). Ces derniers peuvent être empêchés par introduction dans la solution de base de composés assez divers, souvent tensio-actifs. Cette particularité fournit une nouvelle méthode de dosage pour ces matières : détermination de la quantité de substance nécessaire pour provoquer la disparition d'un maximum donné.

On peut aussi titrer une solution sous potentiel constant et reporter dans un diagramme les valeurs du courant de diffusion en fonction du volume de liqueur titrante : l'équivalence (terme

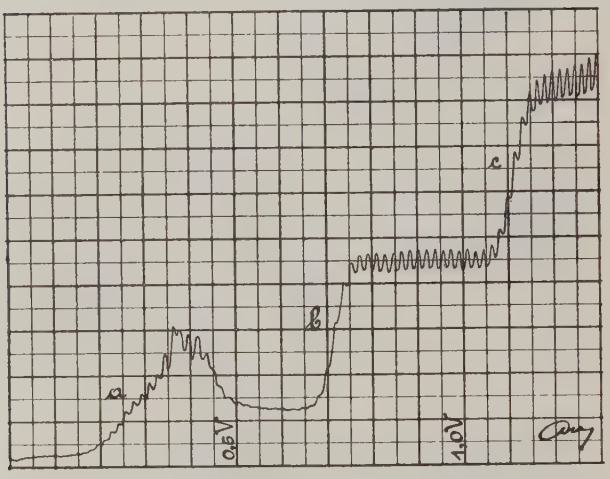


Fig. 9. — Type de Polarogramme.
Solution de base : KCl. N/ 10
a. Saut dû à l'ion Cu++ (sans suppresseur de maximum)
b. Saut dû à l'ion Cd++
c. Saut dû à l'ion Zn++

de titrage) est donnée par le volume de liqueur correspondant à un changement d'allure dans la courbe ; cette manière de faire est appelée *Ampérométrie* ;

5. La chromatographie.

La chromatographie est une méthode de séparation basée sur la réunion plus ou moins complète des trois phénomènes : adsorption, extraction et échange d'ions, réalisée par passage de la solution des constituants à séparer sur une substance solide fixe (colonne ou papier).

Dans cette opération il se produit une migration différentielle des substances en solution à travers la phase solide de manière à provoquer leur rassemblement en couches plus ou moins importantes et concentrées, colorées ou non, se séparant les unes des autres avec plus ou moins de rapidité.

En opérant en colonne on peut recueillir les différentes couches, soit par découpage de la colonne, soit par lavage et entraînement successif des substances à la partie inférieure où elles sont recueillies (élution).

Sur papier on peut obtenir des séparations en ligne ou en surface. Dans ce dernier cas on peut considérer que le chromatogramme obtenu est une combinaison de chromatogrammes en lignes dans lesquels la première séparation est obtenue par usage d'un solvant et la série des lignes perpendiculaires est développée par usage d'un autre solvant.

Les substances séparées de la sorte sont identifiées par comparaison au moyen de chromatogrammes obtenus dans le même temps et les mêmes conditions à partir de substances connues.

On peut découper les emplacements où se sont séparées les substances à étudier ; on peut les soumettre à extraction et les doser par voie microchimique.

La phase solide d'un polarogramme est constituée les plus souvent par l'oxyde d'alumine activé, la silice, la magnésie, le papier Watman ; la phase liquide peut être constituée par l'eau, l'alcool, l'éther de pétrole, etc ; souvent on rencontre des mélanges de solvants.

Les séparations au moyen de cette technique ont fourni d'excellents résultats dans le domaine biologique surtout ; on a pu par ce moyen réussir la séparation des acides aminés, des glucides et de nombreux isomères en mélange.

6. L'emploi des radio-éléments.

L'application des éléments radio-actifs au domaine quantitatif est encore très limité ; on sait qu'au moyen du compteur de Geiger on peut déceler 1×10^{-15} grammes de substance radio-active ; sensibilité qui n'est atteinte par aucune autre méthode.

Les éléments marqués artificiellement, dans la pile à uranium ou au cyclotron, ont été utilisés à la détermination du produit de solubilité de précipités peu solubles ou au dosage de traces de substances par comptage des particules désintégrées pendant un temps déterminé, par comparaison avec le nombre de particules désintégrées d'une matière radio-active de même nature et de concentration connue.

Les radio-éléments sont surtout utilisés comme *marqueurs*. On ne peut pas chimiquement séparer des isotopes : à une substance donnée à étudier on incorpore son homologue préparée au moyen d'un de ses isotopes radio-actifs. Au moyen du compteur de Geiger on suit alors à la trace l'isotope radio-actif (élément marqué) qui indique l'endroit où se situe la substance marquée par lui et on apprécie son accumulation.

Conclusions.

L'analyse chimique s'approprie de plus en plus les méthodes de la physique : par ce moyen elle peut se permettre une investigation plus poussée vers la recherche de petites quantités de substances avec une exactitude et une rapidité que ne peuvent pas atteindre les moyens de séparation et de détermination habituellement utilisés en chimie.

Le chimiste-analyste doit de plus en plus s'imprégner de disciplines scientifiques connexes : mécanique, électricité, mathématiques, etc. Vu la grande diversité des problèmes modernes et l'impossibilité pour un individu d'acquérir des connaissances universelles approfondies, le travail en équipe devient habituel : chacun y apporte sa part de spécialisation en vue d'un bien commun ou la réalisation de découvertes nouvelles.

Contribution à l'étude des conditions de culture à réaliser pour obtenir une production forte et stable d'arôme dans la fermentation des crèmes en laiterie

par

V. F. Querton,

Ingénieur Chimiste Agricole Gx., Ingénieur des Industries Agricoles Gx., Assistante au Centre de Recherches pour l'Étude du Lait (I.R.S.I.A.) à Gembloux.

De nombreuses recherches sur la formation d'arôme dans les beurres ont déjà été effectuées. Les résultats peuvent en être résumés de la façon suivante :

1. Les bactéries en cause sont celles dénommées *Bactéries d'arôme* décrites pour la première fois en 1917 par Boekhout et Ott de Vries. Elles appartiennent au groupe des bactéries lactiques, mais elles ne forment, cultivées dans du lait, que peu d'acide lactique. Elles attaquent dans le lait l'acide citrique naissant et sont à présent connues sous le nom de *B. cremoris* (Knudsen) et *S. paracitrovorus* (Hammer).

Il existe diverses théories sur la formation d'arôme :

a) Théorie de Boekhout et Ott de Vries, à la Rijkslandbouwproefstation-Hoorn, Hollande.

b) Théorie de Hammer, à l'Agricultural Experimental Station, Ames, Iowa, États-Unis.

c) Théorie de Knudsen, au Danemark.

2. Pour la formation d'arôme, un certain degré d'acidité est nécessaire. Celui-ci peut être obtenu dans le lait ou la crème par exemple par les streptocoques lactiques *(S. lactis, cremoris)*, mais aussi avec l'aide d'acide.

3. La plus importante matière donnant le goût au beurre est le diacétyl.

C'est en vue de l'amélioration des ferments de la pratique que nous avons entrepris l'étude des techniques d'obtention de ferments de laboratoire qui sont utilisées au laboratoire de bactériologie de la Rijkslandbouwproefstation, à Hoorn, en Hollande.

Cette étude fut réalisable grâce à l'obtention d'une bourse de la Commission d'échanges culturels belgo-néerlandaise.

Des recherches entreprises au laboratoire de la Station Laitière de l'État à Gembloux, nous ont amené à étudier les techniques et les méthodes d'analyse en usage au laboratoire de laiterie de l'Agricultural Experimental Station, à Ames, Iowa (États-Unis). Cette étude fut subsidiée par l'I.R.S.I.A. qui nous a permis de nous initier à ces méthodes sous la direction des chercheurs qui les ont établies.

Dans cet article, nous nous bornerons à donner un aperçu général du travail de recherche effectué aux États-Unis et en Hollande, et du travail entamé à la Station Laitière à Gembloux. Cette importante question mérite de retenir toute notre attention et d'être l'objet d'études ultérieures plus poussées.

LE TRAVAIL DE RECHERCHES SUR LES FERMENTS A L'IOWA STATE COLLEGE

Le Professeur Hammer a commencé ses études sur la maturation de la crème en 1915.

En 1919, Hammer et Bailey ont publié le Bulletin de Recherche nº 55 (premier d'une longue série), dans lequel ils montrent que les ferments de laiterie ne sont pas des cultures pures de *S. lactis*. Ils ont trouvé que de bons ferments de différentes sources, après une bonne maturation, donnent une plus haute acidité volatile dans le lait que celle obtenue à partir de cultures pures de *S. lactis*.

L'acidité volatile d'un ferment ne doit pas être due au *S. lactis* seul, mais à au moins 2 organismes qui, combinés, donnent une acidité volatile approximativement égale à celle fournie par le ferment, et chacun des organismes seul donne une acidité volatile considérablement plus faible que celle fournie par le ferment.

Cordes et Harmer (Iowa Research Bulletin 66) ont trouvé qu'avec un ferment le pourcentage de l'acidité totale, représenté par l'acidité volatile, est bas quand l'acidité totale est faible et augmente graduellement avec une augmentation de l'acidité totale jusqu'à ce qu'elle atteigne de 10 à 15 %. Par contre, avec une culture de *S. lactis*, le % est plus ou moins constant et n'atteint jamais la haute valeur obtenue dans le cas de l'emploi de ferment.

Hammer a trouvé (Iowa Research Bulletin 65) que les ferments

utilisés dans la pratique contiennent de l'acide lactique inactif, tandis que *S. lactis* produit seulement de l'acide actif. Un ferment de haute acidité contient toujours une certaine quantité d'acide inactif, tandis que les ferments de faible acidité parfois ne contiennent pratiquement que de l'acide lactique actif et parfois de l'actif avec de l'inactif.

La proportion d'acides volatils varie considérablement pendant la maturation (Iowa Research Bulletin 80). Il y a un plus grand pourcentage d'acide propionique présent durant la 1re partie de la maturation et moins d'acide acétique, tandis que durant la dernière partie de la maturation l'acide acétique prédomine. Ceci est dû au fait que *S. lactis* produit une quantité considérable d'acide propionique et moins d'acide acétique tandis que les organismes associés produisent de l'acidité volatile qui est en grande partie acétique.

D'après ces considérations, nous sommes amenés à croire qu'une crème acide vieille soit préférable à une crème peu maturée. Cela peut être vrai si la production d'acide volatil des deux est la même, mais on a trouvé que les acides volatils produits durant une acidification naturelle prolongée furent différents de ceux produits par la maturation à l'aide de ferments. Dans ce cas, ils sont plus nombreux dans la série des acides gras. Pour cette raison, ce n'est pas toujours la crème avec la plus forte acidité volatile qui produit le meilleur beurre.

Les résultats finals dépendent de la sorte de produits volatils qui sont présents. Une crème contenant le plus de produits volatils de la bonne espèce et d'autres conditions existant, donnera, d'après la conception de qualité, le meilleur produit.

Depuis qu'il a été trouvé que les 2 organismes associés étudiés produisent de l'acidité volatile à partir d'acide citrique, Hammer a nommé ces organismes *Streptococcus citrovorus* et *Streptococcus paracitrovorus*.

Ces 2 organismes produisent des acidités volatiles principalement acétiques. *S. citrovorus* ne produit pas d'acide lactique, tandis que *S. paracitrovorus* produit de 0,39 à 0,77 % d'acide lactique. *S. citrovorus* ne se développe pas à 93°F tandis que le *paracitrovorus* peut se développer.

Plusieurs cultures du *S. paracitrovorus* montrent une résistance considérable à la chaleur et sont capables de supporter les expositions à la pasteurisation ordinaire. Le *S. paracitrovorus* est assez bien distribué dans le lait et la crème et paraît être plus commun que *S. citrovorus* (Iowa Research Bulletin 81).

Puisqu'il s'agit de produire un ferment contenant un faible pourcentage d'acide lactique et un haut pourcentage d'acides vola-

tils, il peut sembler possible de produire une culture pure de un des organismes associés.

Mais comme ces organismes ne sont actifs que lorsqu'une certaine quantité d'acide est présente et comme *S. citrovorus* ne peut pas produire d'acide lactique, il est nécessaire, selon Hammer, d'ajouter d'abord l'acide nécessaire.

S. paracitrovorus est capable de produire son propre acide lactique mais la maturation avec une culture pure de *S. paracitrovorus* demande trop de temps. Pour cela, on a trouvé avantageux de mélanger les organismes associés ou bactéries d'arôme, avec une culture d'acide lactique. Les organismes associés ont une certaine action freinante sur le développement de *S. lactis*. Cette action freinante joue un rôle dans le maintien de la bonne proportion entre ces organismes.

Hammer a trouvé que dans des conditions pratiques, *S. lactis* est présent dans le ferment en un beaucoup plus grand nombre que les bactéries d'arôme. Les cultures contiennent souvent jusqu'à 90 % d'organismes *S. lactis* tandis que les bactéries d'arôme n'atteignent dans certains cas que 1 à 3 % de la flore.

Ces premières découvertes sur les divers constituants des ferments de beurrerie ont été le point de départ de toute une série de recherches par le Professeur Hammer et ses collaborateurs et qui se sont échelonnées sur une période de plus de 20 années.

La découverte des bactéries d'arôme associées aux bactéries lactiques dans les ferments de beurrerie a entraîné l'étude morphologique de ces divers types de bactéries et l'étude des conditions les plus favorables à leur développement.

En 1933, Michaelian, Farmer et Hammer, ont trouvé que l'arôme du beurre n'est pas entièremet dû aux acides volatils produits par les bactéries d'arôme. Ils ont découvert que les cultures avec un arôme satisfaisant contiennent des quantités considérables d'acétyméthylcarbinol et du diacétyl tandis que les cultures manquant d'arôme en contiennent de petites quantités ou pas du tout. Le diacétyl est produit par oxydation du carbinol et est présent en quantités comparativement plus petites (Iowa Research Bulletin nº 155).

Il a aussi été trouvé que les ferments contenant seulement une petite quantité d'acéthylméthylcarbinol et de diacétyl possèdent peu de streptocoques fermentant l'acide citrique. Ces bactéries ont donc été, à juste titre, appelées bactéries d'arôme par les Hollandais.

Lorsque l'on eut reconnu la plus importante matière donnant le goût du beurre, il s'agissait de trouver une méthode qui permette de déceler facilement le diacétyl tant dans les ferments que dans le beurre. C'est alors que Prill et Hammer ont trouvé leur méthode

colorimétrique pour la détermination du diacétyl et que Hammer a donné les modalités d'emploi de la méthode de Vosges-Proskauer ou test à la créatine, de manière à l'utiliser facilement pour le contrôle des ferments.

Après une étude complète des ferments de beurrerie, il s'agissait d'étudier les méthodes d'emploi des ferments pour la fabrication du beurre.

L'action des ferments sur le beurre fut également étudiée en envisageant l'influence des divers facteurs sur la production d'acétyl méthylcarbinol et de diacétyl tant du point de vue chimique que bactériologique.

Des résultats obtenus à la suite de toutes ces recherches sur les ferments et leur action sur le beurre, il a été possible de conclure et de reconnaître les avantages de l'emploi des ferments en beurrerie.

Malgré cela, dans l'État d'Iowa et dans tous les États-Unis, l'emploi de ferments est très peu répandu.

CONDITIONS DE CULTURES A RÉALISER POUR OBTENIR UNE PRODUCTION FORTE ET STABLE D'ARÔME DANS LA FERMENTATION DES CRÈMES EN LAITERIE. PLAN ET MÉTHODES DE TRAVAIL

I. Isolement des bactéries des ferments.

a) *Ferments lactiques.*

Méthode pour l'isolement et l'identification de S. lactis.

La méthode consiste à ensemencer de la crème douce ou acide naturellement sur du petit lait gélosé, et à laisser incuber les plaques à 21°. Lorsque les colonies de streptocoques sont bien développées, certaines d'entr'elles sont repiquées dans des tubes de lait litmus et le lait est incubé à 21°. Les cultures de lait litmus coagulées dans les 3 jours à 21° sans réduction du litmus, mais aussi sans digestion ou formation de gaz et qui apparaissent comme des bactéries gram +, arrangées en chaînettes ou en paires, sont considérées comme étant *Streptococcus lactis.*

b) *Ferments d'arôme.*

Méthodes pour l'isolement et l'identification des streptocoques fermentant l'acide citrique.

A partir de crème : des échantillons de crème naturelle sont incubés à 21° durant environ 4 jours et alors ensemencés sur du petit lait gélosé. Après incubation des plaques durant un temps variant

de 2 à 5 jours à 21° C, 20 à 50 colonies ayant l'apparence de *Streptococcus* furent repiquées dans le lait litmus. Un grand pourcentage des cultures coagulent rapidement le lait et sont des types de *S. lactis*.

Les cultures coagulant le lait lentement ou pas du tout et montrant une légère coloration rose du litmus, ou une légère réduction au fond du tube, et apparaissant comme gram +, arrangées en paires ou en chaînes, sont considérées comme étant des *streptocoques fermentant l'acide citrique*.

A partir du beurre : des échantillons de beurre, obtenus avec une éprouvette stérile, sont inoculés dans des tubes de lait litmus chaud (env. 45°C) durant 3 jours. Les organismes fermentant l'acide citrique furent alors obtenus de la même manière que celle utilisée pour la crème.

Après purification par réensemencement successif sur plaques, une culture, devant être examinée pour action sur l'acide citrique, est ensemencée dans 2 flacons de 325 ml de lait écrémé stérile. De l'acide citrique est ajouté dans un des 2 flacons : ceci fut fait en agitant et en versant une solution stérile de 1,3 gr (0.4 % de 325 gr) de cristaux d'acide citrique dans 10 ml d'eau distillée. On laisse incuber, à 21° C durant 7 jours ; les acidités volatiles produites sont déterminées.

Deux méthodes de détermination de l'acidité volatile peuvent être utilisées :

La méthode standard est celle employée par Hammer et Bailey (Res. Bul. 55) et consiste à distiller une portion de 250 gr de lait fermenté avec vapeur, après addition de 15 ml de H_2SO_4 n/1, jusqu'à obtention d'un distillat de 1.000 ml. Le distillat est titré avec NaOH n/10 avec comme indicateur de la phénolphtaléine et les résultats sont exprimés en millilitres de NaOH n/10 requis.

Des résultats préliminaires sont obtenus à partir de lait auquel on a ajouté de l'acide citrique par un *micro-procédé*. Une portion de lait de 50 gr est distillée avec vapeur après addition de 3 ml de H_2SO_4 n/1 jusqu'à obtention d'un distillat de 10 ml et la titration se fait par NaOH n/20. Si 0.9 ml au plus de NaOH n/20 est requis, les acidités volatiles produites par l'organisme dans le lait et dans le lait plus acide citrique, sont déterminées par la méthode standard.

La micro-méthode détecte d'une manière satisfaisante les cultures qui produisent très peu d'acidité volatile et permet donc d'éliminer rapidement les organismes qui ne sont pas intéressants pour le développement du ferment. Quand l'acidité volatile produite dans le lait est définitivement augmentée par l'addition d'acide

citrique, l'organisme est considéré comme étant « un citric acid fermenter » ou une *bactérie d'arôme.*

La méthode générale de combinaison de streptocoques fermentant l'acide citrique et de S. lactis pour obtenir un ferment de laiterie est la suivante :

Le « fermenter citric acid » est inoculé dans un tube à essai contenant du lait litmus le soir et on le laisse se développer jusqu'au lendemain matin à 21° C. Alors on ajoute le S. *lactis.* Quand le lait contenant la combinaison est coagulé, il est ajouté au lait qui a été pasteurisé par la méthode généralement utilisée dans la manipulation des ferments. Le ferment pasteurisé est incubé à 21° C jusqu'à coagulation et maintenu alors au réfrigérant à 7° jusqu'à ce que le transfert régulier du ferment puisse être fait.

Méthode générale de propagation des ferments.

Au laboratoire, la méthode consiste à utiliser des flacons de 120 ml. Du lait pasteurisé commercialement est versé dans ces flacons et repasteurisé en maintenant les flacons dans un bain d'eau et portant la t° à 82° C durant 30 min. Le lait est refroidi à 21° C en faisant passer un courant d'eau froide dans le bain d'eau. Pour le transfert des cultures, des tubes de verre stériles sont utilisés. La T° d'incubation est de 21° et la période normale d'incubation est de 15 heures. Après incubation, les cultures sont maintenues au réfrigérant à 7° C jusqu'à ce que le transfert suivant soit effectué.

Le Professeur Hammer divise les bactéries d'arôme en 2 espèces :

1. *Streptococcus citrovorus*

   ne produit pas d'acide lactique ;
   ne rougit pas le lait plus litmus (excepté après longue incubation) ;
   produit une acidité volatile faible ;
   pas très commun dans le lait et la crème.

2. *Streptococcus paracitrovorus*

   forme une quantité variable d'acide lactique ;
   rougit le lait plus litmus ;
   produit de l'acidité volatile relativement élevée (l'acide lactique tend à obtenir une plus grande quantité d'acide citrique);
   certaines cultures coagulent, d'autres pas ;
   semble mieux distribué dans le lait et la crème que le *citrovorus.*

Une étude de 124 cultures de *S. paracitrovorus* provenant de lait, de crème ou de beurre confirme la caractéristique du groupe de streptocoques produisant une acidité du lait définie mais augmentant variablement, et une haute acidité volatile, qui est grandement augmentée par addition d'acide citrique au lait qui doit être fermenté.

Des cultures de *S. paracitrovorus* détruisent l'acide citrique dans le lait, tandis que les organismes, ne produisant pas de haute acidité volatile, ne le détruisent pas.

En général, *S. paracitrovorus* produit une quantité considérable de CO_2, mais il n'y a pas de différence nette dans la production CO_2 de ces organismes et des autres types. La détermination de CO_2 ne peut pas servir à identifier *S. paracitrovorus*.

Certaines cultures montrent une résistance considérable à la chaleur et sont capables de résister à la T° habituelle de pasteurisation. *S. paracitrovorus* est bien distribué dans le lait et la crème et semble être plus commun que le *S. citrovorus*.

Isolement et identification du Streptococcus Paracitrovorus.

L'isolement à partir de lait ou de crème acide peut se faire par ensemencement sur petit lait gélosé et après incubation, repiquage en lait litmus. Les cultures de *S. lactis* peuvent être facilement éliminées par la coagulation et la réduction qu'elles causent.

Les cultures de *S. paracitrovorus*, qui coagulent assez rapidement se rencontrent occasionnellement mais peuvent être d'habitude détectées par quelques bulles de gaz qui apparaissent le long du tube et, dans de telles cultures, il y a souvent un copieux dégagement de gaz lorsqu'on y plonge un anneau chauffé.

Le plus commun des cas de *S. paracitrovorus* rencontré est celui qui a un développement d'acide lent, qui est généralement évident au bout de 2 ou 3 jours à T° ambiante par un changement de couleur du litmus. Des cultures produisant une lente coloration rouge du litmus, qui ne sont pas *S. paracitrovorus*, sont aussi communément rencontrées et certains de ceux qui ont été étudiés sont des *Streptococci* et ne peuvent pas être distingués de *S. paracitrovorus* par des tests rapides tels que morphologiques ou culturaux.

L'odeur des cultures de *S. paracitrovorus* est très caractéristique et après expérience avec ce groupe, il est possible de faire une séparation raisonnable des streptocoques produisant de l'acide et qui ne sont pas *S. lactis*, en *paracitrovorus*.

Une détermination de la production d'acidité volatile est le test final de cette différenciation et une seconde détermination sur lait auquel de l'acide citrique est ajouté avant inoculation.

Certains des milieux de cultures différentiels, tel que agar-caséine fait avec peptone et lactose ou du petit lait gélosé auquel on ajoute du lait transparent au moment de verser les plaques, semblent être utiles pour l'isolement de *S. paracitrovorus*, car beaucoup de colonies de *S. lactis* peuvent être détectées sans repiquage dans le lait plus litmus. Les cultures qui sont repiquées, cependant, doivent être étudiées comme celles obtenues sur plaques de petit lait gélosé.

Méthodes utilisées.

Les cultures de *S. paracitrovorus* étudiées furent obtenues en ensemençant les divers matériaux sur du petit lait gélosé et en repiquant un nombre considérable de colonies dans du lait litmus. Les cultures donnant les changements attendus dans le lait litmus furent réensemencées pour assurer la pureté et alors essayées pour la production d'acidité volatile avant de les considérer définitivement comme *Streptococcus paracitrovorus*.

Méthode de détermination du nombre général d'organismes dans les ferments.

Le nombre général de chacun des 2 groupes d'organismes dans les ferments fut estimé en faisant une série de dilutions dans des portions de 200 ml de lait stérile et alors, après incubation durant plusieurs jours à 21° C, on détermine la plus haute dilution dans laquelle chacun des types est présent.

S. lactis est reconnu par coagulation du lait et les bactéries d'arôme par l'odeur et par l'acidité volatile du lait.

Méthode rapide de détermination de l'acidité volatile :

Un mélange de 50 gr de lait et 50 ml d'eau distillée est distillé à la vapeur. Après addition de 3 ml de H_2SO_4 n/1 et 2 portions de 10 ml du distillat sont titrées en utilisant de l'hydroxyde de Na n/20 et de la phénolphtaléine ; une faible acidité volatile telle que celle requise de 0,1 à 0,3 ml d'hydroxyde de Na n/20 par 10 ml de distillat indique que la bactérie d'arôme est absente, tandis qu'une haute acidité volatile qui requiert de 0,8 à 1,2 ml d'alcali indique que la bactérie d'arôme est présente.

Remarques :

1. *S. lactis* var. *multigenes*, var. *hollandicus*, var. *tardus* et S. *thermophilus* ont des caractères qui les rendent insatisfaisants pour les ferments.

2. Des *S. lactis* typiques qui produisent une forte acidité lorsqu'ils sont cultivés seuls ont généralement la même caractéristique lorsqu'ils sont cultivés en combinaison avec des bactéries d'arôme.

3. Des *S. lactis* typiques, n'ayant pas d'odeur réprouvable lorsqu'ils sont cultivés seuls, donnent des cultures satisfaisantes lorsqu'ils sont cultivés en combinaison avec des bactéries d'arôme, tandis que d'autres ne donnent pas de combinaisons satisfaisantes.

4. Les acidités volatiles produites dans le lait par 71 bactéries d'arôme varient de 7,1 à 30 et la moyenne est de 20,3, tandis que dans le lait plus 0,4 % d'acide citrique, l'acidité volatile varie de 25 à 84,8 et la moyenne est de 57,2.

5. Une bactérie d'arôme qui donne une bonne odeur dans le lait ne donne pas toujours un bon ferment lorsqu'elle est combinée à *S. lactis*.

6. Il n'y a pas de rapport entre la production d'acidité volatile d'une bactérie d'arôme et sa faculté de développement pour les ferments.

7. Certaines combinaisons d'organismes donnent un ferment ayant de l'arôme après le premier transfert en lait pasteurisé, tandis que pour d'autres, plusieurs transferts sont nécessaires avant que l'apparition d'arôme ne se fasse. Certaines combinaisons produisent un ferment d'arôme après le premier transfert mais perdent leur faculté après divers transferts.

8. Les ferments furent manipulés d'une manière satisfaisante en les transférant tous les 2 jours dans des tubes stériles de lait litmus et incubés à 21° C.

9. Les 2 organismes constituant les ferments tendent à maintenir un rapport satisfaisant quant à la production d'arôme désirable, même lorsque le lait dans lequel ils se développent n'est pas coagulé durant une série de transferts, mais il est possible, après une longue série de transferts, de détruire le rapport désiré entre les types.

10. De bonnes cultures peuvent être obtenues en ajoutant à la fois *S. citrovorus* et *S. paracitrovorus* au *S. lactis*.

Culture spéciale pour la fabrication du beurre.

Utilisation d'une culture pure de S. citrovorus ou S. paracitrovorus.

Un type spécial de culture dans lequel *S. citrovorus* ou *S. paracitrovorus* est cultivé dans le lait peut être utilisé. Le lait est alors acidifié et de nouveau incubé. Ce type de ferment donne de grandes quantités d'acétylméthylcarbinol + diacétyl (Iowa Agr. Exp. Sta. Res. Bul. 155).

Méthode de préparation.

On inocule *S. citrovorus* dans du lait pasteurisé, on laisse développer à 21,1 C durant 15 à 24 heures et on ajoute 0,15 % d'acide citrique et 0,3 % d'H_2SO_4 (mélangés en solution aqueuse). On agite vigoureusement et continue l'incubation à 21,1 C durant 20 à 24 heures.

Avant l'addition d'acide il n'y a d'habitude pas d'acétylmétylcarbinol + diacétyl présent, mais aussitôt que le pH est abaissé, la formation de ces produits est rapide.

Avec cette méthode d'acidification, un pH satisfaisant pour la plupart des cultures de *S. citrovorus* ou *paracitrovorus* est de 3,9 à 4,3. A Iowa, ces cultures furent trouvées très avantageuses pour la production d'arôme ; mais la période requise pour leur développement est un désavantage ; d'autre part, certaines beurreries ne possèdent pas les facilités nécessaires pour maintenir des cultures pures de *S. citrovorus* ou *paracitrovorus*.

II. Contrôle au laboratoire des ferments lactiques.

L'examen journalier d'arôme et de la condition générale de la culture est essentiel pour maintenir la qualité.

Examen microbiologique.

Des cultures sur petit lait gélosé sont indispensables pour déceler des contaminations éventuelles.

Examen chimique.

Test à la créatine ou réaction de Vosges Proskauer.

Méthode appliquée par Hammer et décrite dans le *Journal of Dairy Science*, septembre 1935, Vol. 18, N° 9. Cette méthode est celle qui est couramment employée en Hollande.

Procédés colorimétriques pour détecter l'acétylméthylcarbinol et le diacétyl (*Iowa State College Journal of Science*, 12, 385, 1938).

Pour pouvoir juger les ferments lactiques, il est indispensable de les examiner quant à leur apparence générale, texture, corps et odeur, odeurs anormales.

Conditions à observer en jugeant des ferments :

la t° doit être uniforme au jour le jour ;

la culture doit être jugée immédiatement avant tout contact avec l'air ;

un certain nombre de ferments doivent être comparés au jour

le jour, de manière à distinguer plus facilement les différences de qualités et aussi pour être sûr d'avoir toujours à sa disposition du matériel satisfaisant à inoculer.

Remarques :

1. Une culture ne doit pas être considérée comme un échec si on n'a pas fait au moins 10 transferts en lait pasteurisé.

2. Une culture apparaissant comme satisfaisante doit être utilisée pendant un certain temps à l'essai, avant de formuler une décision finale.

3. L'emploi de la culture en fabriquant du beurre d'une crème de haute qualité donne une excellente information.

4. Les qualités de conservation du beurre constituent un test complet de la culture.

Conditions favorisant la production d'acétylméthylcarbinol et de diacétyl.

Un pH bas libère apparemment plus facilement l'acide citrique ; *addition d'acide lactique* : donne une production d'acide volatil. *addition d'acide citrique* : donne une production d'acétylmétylcarbinol et diacétyl si les autres facteurs sont satisfaisants, 0,08 HCi / % ajouté à la crème.

La présence d'oxygène est importante pour la formation du diacétyl.

De nombreux facteurs influencent la qualité et les conditions générales d'obtention des ferments.

Certains de ces facteurs ont été étudiés et leurs effets reconnus, de sorte qu'ils doivent être pris en considération lors de la propagation des ferments.

1. *Influence du lait.*

Le choix du lait pour la propagation du ferment doit attirer l'attention toute spéciale du beurrier. Utiliser de préférence un lait à haute teneur en matières solides, bactériologiquement pur et exempt d'odeur particulière.

2. *Influence de la pasteurisation.*

Une haute pasteurisation est avantageuse.

3. *Influence de la T° de maturation.*

21,1° à 22,2° C sont favorables. Une T° de maturation constante est favorable.

4. *Influence de la durée de période de maturation.*

Une maturation rapide de 6 à 8 heures avec une grande dose d'ensemencement est considérée meilleure que la maturation lente. Cela est dû au fait que le contrôle de la T° (plus constante) est

meilleur durant une courte période de temps. Mais la maturation rapide est rarement utilisée dans la pratique, car elle nécessite de trop grandes quantités de ferments.

5. *Influence de l'air.*

Le développement d'acide est plus rapide avec une quantité d'air limitée. Par contre, une abondante quantité d'oxygène favorise la production du diacétyl, ce qui est normalement désirable.

Modifications du lait pour cultures.

De nombreuses modifications du lait utilisé pour cultures ont été proposées :

1. pour diminuer le prix de la culture ;
2. pour améliorer la qualité.

L'importance de l'acide citrique comme source des matières aromatiques et sa faible proportion existant dans le lait (0.16 à 0.18 %) suggèrent son addition au lait servant à préparer la culture.

Mode d'emploi pour l'addition de l'acide citrique.

Quand HCi est ajouté au lait, on prépare une solution aqueuse, ordinairement 0,15 % d'acide (cristaux contenant 1 mil. d'H_2O, sont employés). L'acide est dissous dans une petite quantité d'eau, qu'on chauffe pour favoriser la mise en solution et aussi pour détruire les organismes présents. Il est à conseiller d'utiliser un récipient en verre pour la mise en solution car HCi attaque différents métaux. On refroidit la solution, puis la verse dans le lait qui a été pasteurisé et refroidit à la t° d'incubation. L'acide est ajouté au lait très lentement et en agitant.

Lorsque l'acide est bien réparti dans le lait, on peut ensemencer comme d'ordinaire.

Il apparaît que la culture avec un arôme satisfaisant est plus régulière lorsque l'on ajoute HCi au lait. D'habitude, l'addition d'HCi ne se fait que pour la préparation d'un grand volume de culture.

De nombreux facteurs influencent la teneur en diacétyl du beurre.

1. Qualité de la crème.
2. Neutralisation et pasteurisation de la crème (voir Prill et Hammer, *J. Dairy Science*, 22-79, 1939).
3. L'emploi du ferment.
4. Addition d'acide citrique.
5. Aération.
6. Agitation durant barattage (voir Prill et Hammer, *J. Dairy Science*, 22-79, 1939).
7. Lavage du beurre.
8. Répartition du diacétyl et acétylméthylcarbinol entre la matière grasse et le sérum du beurre (Voir Hoecker et Hammer, *J. Dairy Science*, 25-175, 1942).

9. Changements en teneurs de diacétyl et acétylméthylcarbinol durant la conservation du beurre.
10. Influence des eaux utilisées en laiterie tout spécialement eau de lavage du beurre.

Influence du ferment sur l'arôme du beurre.

L'emploi de cultures de bactéries sélectionnées pour la fabrication commerciale du beurre date de près de 50 ans. En effet, c'est au Danemark que le bactériologiste Storck, après ses recherches sur les défauts du beurre, démontra l'influence heureuse de l'emploi d'un ferment de haute qualité sur l'arôme du beurre.

L'emploi de ferment pour la fabrication commerciale du beurre est de pratique courante dans la plupart des pays d'Europe dont les consommateurs apprécient l'arôme du beurre de crème maturée.

Aux États-Unis, il a été estimé que 25% du beurre manufacturé était fait de crèmes auxquelles du ferment est ajouté avant le barattage. Les ferments sont très peu employés dans les États de l'Ouest des U. S. A. Dans certains États, ils ne sont pas du tout utilisés, car les marchands de beurre estiment que le consommateur préfère le beurre de crème non maturée par l'addition de ferment.

Mais les causes les plus communes pour lesquelles les marchands de beurre conseillent aux fabricants de refréner l'emploi du ferment sont les suivantes :

a) généralement les fabricants de beurre utilisaient des ferments de faible qualité ;

b) l'arôme du beurre a montré de trop grandes variations ;

c) un goût indésirable se développait souvent pendant la conservation.

Les raisons pour lesquelles les ferments ne sont pas utilisés davantage aux États-Unis sont, d'après le Professeur Wilster de l'État d'Oregon, spécialiste des problèmes de la fabrication du beurre, les suivantes :

a) le manque de matériel approprié ;

b) le travail et la dépense supplémentaires ;

c) pas de prix supérieur obtenu pour le beurre ;

d) le manque d'appréciation, par les consommateurs, du goût et de l'arôme du beurre obtenu par l'emploi de ferment.

A l'Iowa Agricultural Experimental Station, le Professeur Mortensen a démontré que, lorsqu'un ferment de bonne qualité et ayant un bon goût est utilisé, le beurre a un goût plus désirable que celui fabriqué sans ferment. Il a aussi montré que la faculté de conservation du beurre ne sera pas défavorablement influencée

si l'acidité de la crème, au moment du barattage, ne va pas au-delà d'une certaine limite.

Si le ferment est utilisé correctement, quels sont ses avantages ?

Les avantages sont nombreux ?

1. Pour obtenir un goût plus désirable au beurre. Le goût de beurre d'hiver est souvent quelconque, car la crème est abîmée par les conditions d'alimentation et par les odeurs absorbées à cause du manque de ventilation. Après pasteurisation, l'addition d'un bon ferment permet de remédier à ces divers défauts.

2. Pour prévenir le développement de certains types de bactéries indésirables dans le beurre, particulièrement le beurre non salé ou peu salé.

3. Pour que certains goûts indésirables du beurre soient moins prononcés, tels que le goût de fourrage, de neutralisation.

4. Pour aider à obtenir, durant toute l'année, un beurre de qualité uniforme.

Si le ferment n'est pas utilisé correctement, quels sont les défauts qui peuvent se produire dans le beurre ?

Si le ferment est d'excellente qualité mais n'est pas utilisé correctement, 2 défauts peuvent se produire :

1. Dans le beurre frais — goût de forte acidité ;

2. Dans le beurre de conservation — goût de poisson ou huileux.

Il n'y a pas de doute que dans l'esprit de nombreux beurriers expérimentés, l'usage convenable d'un ferment de fin goût ajouté à une crème acide neutralisée de premier grade, donne un beurre obtenant un « grade » plus élevé que celui fabriqué sans ferment.

Lorsqu'il fut reconnu, notamment dans les États d'Ouest tel que l'Oregon, que c'était le manque de possibilité de préparer les ferments à la beurrerie qui était le principal obstacle à leur emploi, le Professeur Wilster, de l'Oregon Experimental Station, entrepris de remédier à cette situation.

Il s'agissait donc, pour les beurriers, de préparer le ferment sous des conditions contrôlées et d'employer les méthodes adéquates d'utilisation du ferment.

Mais peu de beurreries possédaient un équipement satisfaisant pour un contrôle rigoureux de la température de grande quantité de ferment. Pour cela un équipement simple et peu coûteux fut préconisé et construit.

Simultanément avec le développement du matériel pour la préparation des ferments et la standardisation des méthodes de prépa-

ration des ferments, des barattages expérimentaux ont déterminé l'amélioration du goût et de l'arôme du beurre.

Quelques différences des techniques utilisées en Hollande et aux États-Unis.

1. La technique d'isolement des ferments d'arôme diffère du fait que, en Hollande, ne sont considérées comme ferment d'arôme que les bactéries qui ne coagulent pas. Or, dans la théorie américaine, certains des streptocoques *paracitrovorus* coagulent et cette espèce est assez bien répartie d'après les expériences américaines.

2. Dans la technique d'isolement, du lait additionné de litmus est utilisé pour isoler les ferments lactiques des ferments d'arôme, les premiers réduisant le lait plus litmus presque immédiatement et les seconds ne le réduisant pas à l'exception de certains streptocoques *paracitrovorus* qui peuvent le réduire d'une manière très lente.

3. Les techniques d'obtention des ferments lactiques, ayant une forte production d'arôme aux États-Unis, utilisent l'addition d'acide citrique alors qu'en Hollande on estime que l'addition d'acide citrique n'est pas nécessaire si l'on utilise des ferments contenant une bonne proportion de bactéries d'arôme.

4. Les ferments de laiterie ne sont utilisés aux États-Unis que très rarement dans la fabrication commerciale du beurre alors qu'en Hollande ils sont toujours utilisés.

Essais réalisés en Belgique.

1. Nous avons eu l'occasion d'appliquer à nos essais les techniques hollandaises qui ne donnent pas des résultats concordant avec ce que nous avions obtenu en Hollande. Ce fait nous laisse supposer que les cultures de ferments que nous avons utilisées différeraient des cultures hollandaises. Presque, toutes les bactéries d'arôme coagulaient. Il se peut que des *Streptococcus paracitrovorus* se trouvaient dans les ferments utilisés.

2. M. R. Coppens, Assistant à la Chaire de Technologie de l'Institut Agronomique de Gembloux, a étudié le dosage du diacétyle et de l'acétylméthylcarbinol dans le beurre en simplifiant la méthode de dosage couramment utilisée en Hollande (Compte rendu publié aux Journées Internationales de Chimie Industrielle, septembre 1948, Université du Travail Paul Pastur, Charleroi).

3. MM. R. Coppens et A. Antoine, Assistant à la Station Laitière à Gembloux, ont trouvé qu'en opposition à l'hypothèse de Van Beynum et Pette, l'acide citrique n'était pas la seule source

de diacétyl. Pour cette étude, ils ont effectué le dosage des corps en C_4 et poursuivi l'isolement des ferments d'arôme (Bulletin de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux, tome XVIII, nº 1-2, 1950).

4. L'I.R.S.I.A. a subsidié la Station Laitière de l'Université de Louvain en vue d'une étude sur les ferments d'arôme du beurre. Les résultats de ces travaux ne sont pas encore connus.

Il serait souhaitable que l'étude des ferments d'arôme entreprise à la Station Laitière de Gembloux puisse être poursuivie en vue d'étudier tout spécialement :

1) l'emploi des ferments dans la pratique en Belgique ;

2) la méthode de propagation des ferments à la laiterie ;

3) la maturité des crèmes en beurrerie ;

4) le matériel adéquat pour la propagation des ferments à la laiterie.

BIBLIOGRAPHIE

PUBLICATIONS AMÉRICAINES

1. Hammer et Bailey. — *The volatile acid production of starter and of organisms isolated from them.* Iowa Agr. Exp. Sta. Res. Bul. 55, 1919.
2. Hammer. — *Volatil acid production of S. Lacticus and the organism associated with it in starters.* Iowa Agr. Exp. Sta. Res. Bul. 63. X (*), 1920.
3. Hammer. — *The type of lactic acid produced by starters and by the organisms isolated from them.* Iowa Res. Bul. 65, 1920.
4. *New angles to the startermaker's problems.* Journ. of Dairy Science 4 : 277-283, 1921.
5. Cordes and Hammer. — *The relation between the volatil and total acidity in starters and in cultures of S. Lacticus.* Agr. Res. Bul. 66. X, 1921.
6. Hammer. — *Sources of flavor in butter.* Iowa Res. Bul. 67. X,.
7. Hammer. — *The action of the organisms present in the starter used in buttermaking.* World's Dairy Cong. Proc. 2 : 985, 1923.
8. Hammer. — *Studies on the ropiness in cultures of S. Lactis.* Res. Bul. 74, 1923.

(*) Les croix indiquent les publications que l'auteur a rapportées des U. S. A.

9. Hammer et Sherwood. — *The volatile acids produced by starters and by organisms isolated from them.* Res. Bul. 80, 1923.

10. Hammer et Baker. — *Studies on Streptococcus Paracitrovorus group.* Res. Bul. 81. X, 1923.

11. Hammer. — *Starters studies.* Dairy Record, Déc. 31, 1924 : 18-21 et janv. 7, 1925 : 10, 26-27.

12. Toens et Hammer. — *Studies on starters. Part I. Influence on starters of air supply, temperature of incubation, and rate of ripening.* Res. Bul. 85, 1925.

13. Sherwood et Hammer. — *Part II. Acetone in distillates from starters and from milk.* Res. Bul. 85, 1925.

14. Sherwood et Hammer. — *Citric acid content of milk.* Res. Bul. 90, 1926.

15. Hammer et Baker. — *Classification of the Streptococcus Lactis group.* Res. Bul. 92, 1926.

16. Hammer et Baker. — *Studies on starters.* Res. Bul. 106. X, 1928

17. Hammer. — *Variations in S. Lactis.* Journ. of Dairy Science 13 : 64-68, 1930.

18. Hammer. — *Observations on the ropiness in butter cultures.* Journ. of Dairy Science 13 : 69-77, 1930.

19. Hammer et Patil. — *Proteolysis by S. Lactis with special reference to buttercultures and butter.* Res. Bul. 123, 1930.

20. Hammer et Prill. — *A colorimetric method for the determination of diacetyl.* Iowa State College Journal of Science, Vol. X, II, 3 April pp. 385-395, 1930.

21. Hammer. — *Some of the causes for unsatisfactory results with cultured buttermilk especially from the standpoint of flavor.* Int. Ass. Of Milk Dealers, Lab. Sec. Proc., 24 : 21-30, 1931.

22. Harriman et Hammer. — *Variations in the coagulations and proteolysis of milk by Streptococcus lactis.* Journ, of Dairy Sci. 14 : 40-50, 1931.

23. Farmer et Hammer. — *Studies on the development of butter cultures from mixtures of organisms.* Res. 146, 1931.

24. Michaelian et Hammer. — *The source of the volatile acidity produced in milk by the citric acid fermenting streptococci.* Journ. of Dairy Sc. 16 : 157-164. X, 1933.

25. Nelson et Hammer. — *Studies on the butter cultures organisms in butter.* Journ. of Dairy SC. 16. 375-385. X, 1933.

26. Michaelian, Farmer et Hammer. — *The relationship of acetylmethylcarbinol and diacetyl to butter cultures.* Res. Bul. 155, 1933.

27. Hammer. — *The creatine test for acetylmethylcarbinol plus diacetyl in butter cultures.* Journ. of Dairy Sc. 18 : 579-581. X, 1935.

28. Hammer. — *Studies on acetylcarbinol and diacetyl in dairy products.* Res. Bul. 179, 1935.

29. Hammer, Stahly, Werkman et Michaelian. — *Reduction of acetylmetylcarbinol and diacetyl to 2,3 — butylene glycol by the citric acid fermenting streptococci of butter cultures.* Res. Bul. 191, 1935.

30. Hammer et Michaelian. — *The oxidation of diacetylmethylcarbinol to diacetyl buttercultures.* Res. Bul. 205. X, 1936.

31. Hammer et Slatter. — *Changes in the acetylmethylcarbinol plus diacetyl content of butter.* Res. Bul. 211. X, 1937.

32. Hammer et Fabricius. — *The influence of the type of butterculture and its method of use on the flavor and keeping quality of salted butter.* Res. Bul. 221. X, 1937.

33. Michaelian. — *Determination of acetylmethylcarbinol and diacetyl in dairy products.* Hammer Panegyric. Collegiate Press Inc. X, 1937.

34. Wilster. — *The influence of Starter on the flavor of butter.* Hammer Panegyric. X, 1937.

35. Claydon. — *The influence of growth temperature and age on the thermal resistance of milk cultures of Streptococcus lactis.* Hammer Panegyric. X, 1937.

36. Nelson. — *A study of the distribution of strains of Streptococcus lactis which are sensitive to a filterable inhibitory principle from slow starters.* Hammer Panegyric. X, 1937.

37. Prill et Hammer. — *A colorimetric method for the microdetermination of diacetyl.* Iowa State College Journ. of Sc. p. 385-395, 1938.

38. Hammer, Brewer-Werkman et Michaelian. — *Effect of aeration under pressure on diacetyl production in butter cultures.* Res. Bul. 233. X, 1938.

39. Prill et Hammer. — *Changes in the diacethyl and acetylmethylcarbinol content during the manufacture of butter.* Journ. of Dairy Science, 22, 79-88, 1939.

40. Hammer, Harrison et Nelson. — *Slow acid production by butter cultures.* Res. Bul. 256. X, 1939.

41. Hammer, Prill et Fabricius. — *Diacetyl and other alpha dicarbonyl compounds with special reference to the flavor of butter.* Res. Bul. 268. X, 1939.

42. Prill et Hammer. — *Changes in diacetyl and acetylmethylcarbinol contents of butter at various temperatures.* Journ. Dairy Science 23 : 159, 1940.

43. Hammer et Hoecker. — *Flavor development in salted butter by pure cultures of bacteria.* Preliminary results. Res. Bul. 290. X, 1941.

44. Hammer et Hedrick. — *Diacetyl and acetylmethylcarbinol production in the manufacture of unsalted butter.* Res. Bul. 301. X, 1942.

45. Hoecker et Hammer. — *Distribution of diacetyl and acetylmethylcarbinol between fat and water, with special reference to butter.* Journ. of Dairy Science Feb. nº 2, pp. 175-185. X, 1942.

46. Hammer et Babel. — *Bacteriology of butter cultures : a review.* Journ. of Dairy Science, Vol. 26, nº 2, pages 83-168. X, 1943.

47. Hoecker et Hammer. — *Important factors in flavor development in butter cultures.* Iowa State College Journ. of Sc., Vol. 28, nº 2. pp. 267-275. X, 1944.

48. Babel et Hammer. — *Action of butter cultures in butter : a review.* Journ. of Dairy Science, Vol. 27, nº 2, pp. 79-141. X, 1944.

49. Babel. — *Factors influencing acid production by cheese cultures. I. Effect of cooking temperature on acid production in the manufacture of cheddar cheese.* Journ. of Dairy Science, Vol. 29, nº 9, pp. 596-598, X, 1946.

50. Babel. — *Factors influencing acid production by cheese cultures. II. Influence of bacteriophage on acid production in the manufacture of cheddar and cottage cheese.* Journ. of Dairy Science, Vol. 29, nº 9, pp. 597-606. X, 1946.

51. Babel. — *Studies on the susceptibility of certain cheese cultures to the action of bacteriophage.* Journ. of Dairy Science, Vol. 30, nº 7, pp. 507-516, X, 1947.

52. Greene et Babel. — *Effect of ultraviolet irradiation on bacteriophage active against Streptococcus Lactis.* Journ. of Dairy Science, Vol. 31, nº 6, pp. 509-515. X, 1948.

53. Hammer. — *Dairy Bacteriology.* 3d edition, New York, John Wiley, and Sons, 1948.

54. Wilster. — *Practical Butter Manufacture. A manual for Buttermakers.* 6e Éd., OSC Cooperative ASS, Corvallis, Oregon. X, 1948.

55. Hales, — *Cultures and starters.* Chr. Hansen's Laboratory Inc., Milwaukee, X.

Thèses effectuées à l'Iowa State College sur des problèmes intéressant les ferments :

1925. Harvey. — *Influence de l'acidité du ferment utilisé sur l'arôme et la faculté de conservation du beurre.*

1930. Bartlett. — *Influence de l'acidité de la crème sur l'odeur et la faculté de conservation du beurre à basse tº.*

1931. Michaelian. — *Les acides volatils formés à partir des acides citrique et lactique par les Streptococcus citrovorus et paracitrovorus.*

1936. Jacobsen. — *Le rapport entre la détérioration de l'arôme du beurre à 21 º C. et sa faculté de conservation à basse Tº.*

1934. Harriman. — *Causes de production lente d'acide dans les ferments.*

1936. Nelson. — *Étude d'un facteur empêchant le développement de S. Lactis.*

1936. Fabricius. — *L'influence de divers procédés sur l'arôme et la qualité de conservation des beurres.*

1938. Hoecker. — *Les teneurs en diacétyl et acétylméthylcarbinol des beurres fabriqués à partir de crèmes maturées avec différents streptocoques.*

1939. Albert. — *Les teneurs en diacétyl et acétylméthylcarbinol plus diacétyl des ferments commerciaux.*

1939. Abbott. — *Effet du jus de tomate sur la production des constituants d'arôme dans les ferments de beurreries.*

1941. Hedrick. — *Le développement de l'arôme dans du beurre non salé.*
1946. Turner. — *Étude de la relation Streptococcus lactis-Bactériophage.*
1947. Greene. — *Étude sur le bactériophage actif contre S. Lactis.*
1949. Collin. — *Étude de l'alimentation des streptocoques du groupe lactique et de son rapport avec la multiplication du bactériophage.*

PUBLICATIONS HOLLANDAISES

1. Boekhout, F. W. J. et Ott De Vries J. J. — Zentr. Bakt., Parasitenk, II, 49 : 373-382, 1919.
2. Boekhout, F. W. J. et Ott De Vries, J. J. — Verslag. Landb. Onderzoek. Rijkslandbouwproefst. 24 : 1-12-1920.
3. Boekhout F. W. J. et Ott De Vries J. J. — *Aromavormers bij de roomzuring.* Verslagen van landbouwkundige onderzoekingen, 24-1, 1920.
4. Van Beynum J. — Verslag. Landb. Onderzoek. C, nº 40, 355-407, 1934.
5. Van Beynum J. — XI Milchwirtschaftlicher Weltkongress, Berlin, 2, 70-73. 1937.
6. Van Beynum J. et Pette J. W. — *Verslag Hoorn Vereeniging Tot Exploitatie Eener Proefzuivel-Boerderij,* pp. 205-236, 1935.
7. Van Beynum J. et Pette J. W. — Verslag Landb. Onderzoek C., nº 42,. 361-392, 1936. *De beteekenis der melkzuurbakteriën bij de boteraromavorming.*
8. Van Beynum J. et Pette Jè. W. — Verslag Landb. Onderzoek. C., nº 44, 207-266, 1938. *De ontleding van citroenzuur door boteraromabacteriën.*
9. Van Beynum J. et Pette J. W. — Journ. Dairy Res. 10 : 250-266, 1939.
10. Pette J. W. — *De bereiding van aromatische boter.* Verslagen van landbouwkundige onderzoekingen, nº 53, (9) C., 427-470, 1947.

La parthénocarpie naturelle et artificielle chez les plantes à fruits comestibles

par

R. Georlette,
Ingénieur Agronome Gx.

INTRODUCTION

Normalement, la fécondation est suivie, chez les végétaux, de l'évolution de l'ovule en graine et de la transformation de l'ovaire en fruit. Les deux phénomènes sont en connexion étroite : l'ovaire donne un fruit s'il y a eu fécondation préalable.

Il y a des cas où la fécondation n'est pas indispensable à la fructification. On a alors affaire à la *parthénocarpie* qui se traduit d'ordinaire par la production de fruits dépourvus de graines *fertiles*.

Le vocable « parthénocarpie » a été proposé par Noll dès 1902. Kurdiani a réservé le terme « parthénocarpie » aux arbres feuillus ; pour les résineux, il a proposé le mot « parthénospermie ».

Les fruits qui n'ont pas de noyau sont dits *apyrènes* ; ceux qui contiennent des noyaux au sein d'un péricarpe charnu sont qualifiés de *pyrénacés*.

Il existe des espèces végétales qui produisent naturellement des fruits dépourvus de graines et dont la multiplication est seulement assurée par voie végétative. L'ananas, le *persimmon*, de nombreux *Citrus*, le raisin de Corinthe sont autant d'exemples de *parthénocarpie naturelle*.

On a pu distinguer, après Winkler (104) (*) deux formes de parthénocarpie naturelle :

1. La parthénocarpie *stimulative* ou *aitonome*.

C'est le résultat de la pollinisation seule. La fécondation n'est pas complètement consommée, mais l'excitation produite par la présence du pollen a été nécessaire et suffisante pour déclencher la formation du fruit.

(*) Les chiffres placés entre parenthèses renvoient à l'index bibliographique.

Le raisin *Thompson Seedless* est un exemple de parthénocarpie stimulative.

2. La parthénocarpie *végétative* ou *autonome*.

Le développement du fruit est absolument indépendant de toute pollinisation. C'est la parthénocarpie vraie telle qu'on la trouve chez la banane et plusieurs Cucurbitacées.

On admet aujourd'hui, à la suite des recherches de F. G. Gustafson, que le gonflement de l'ovaire sous la stimulation de la fécondation est dû à des substances chimiques complexes : les hormones de croissance. Apportées au début par le pollen et peut-être secrétées ensuite par l'embryon, elles provoquent la multiplication des cellules.

Des espèces dont les fruits contiennent normalement des graines peuvent, dans certaines conditions et sous divers excitants, fournir des fruits bien constitués mais dépourvus de graines. C'est là la *parthénocarpie provoquée, artificielle ou induite*.

Plusieurs facteurs peuvent remplacer l'action stimulative du pollen : gelée, conditions de culture, influences climatiques, piqûres d'insectes, substances chimiques.

En 1902, Massart (63) observa un début de croissance du fruit de la citrouille (*Citrouille de Touraine*) et des potirons (*Potiron jaune de Paris, Potiron rouge vif d'Étampes*) quand les stigmates avaient été saupoudrés de pollens étrangers ou illicites, ou frottés de ces mêmes pollens broyés. L'augmentation de volume constatée tenait exclusivement au gonflement des parois externes des carpelles.

La même année, Hartley (38) obtint des fruits parthénocarpiques de tabac après avoir traité les inflorescences avec du pollen d'azalée.

A son tour, Fitting (13, 14, 15) amenant du pollen et des extraits de pollen étranger sur le pistil de diverses orchidées, constata un faible développement de l'ovaire.

Dès 1912, Tischler (93) avait indiqué, dans les « Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik », toute une série de cas de parthénocarpie qu'il avait observés chez *Pyrus, Prunus cerasus, Prunus padus, Cydonia vulgaris, Vitis vinifera, Crataegus azarolus, Diospyros, Ficus et Lonicera*.

A partir de 1930, Yasuda (109, 112) apportant du pollen étranger sur les inflorescences de tomate, de *Solanum melongena* et de *Capsicum annuum*, obtint des fruits parthénocarpiques. Il arriva à un résultat analogue en injectant dans les ovaires des mêmes plantes des extraits aqueux de pollen.

C'est aussi à la suite d'applications d'extraits de pollen que F. G. Gustafson (24, 33) aboutit à la production de fruits aspermes chez *Solanum melongena, Capsicum annuum, Cucumis sativus* et plusieurs plantes ornementales. C'est Gustafson (23) qui, le premier, en 1936, induisit la production de fruits sans graines chez la tomate, le pétunia et le salpiglossis dont le pistil avait été enduit d'une substance de croissance, en l'occurrence l'acide indole-3n-α-propionique, enclose dans la pâte de lanoline.

En 1937, Hagemann (37) étudia, chez le glaïeul, la parthénocarpie provoquée au moyen de l'acide indole acétique.

Gardner et Marth (19) provoquèrent la parthénocarpie chez le houx en aspergeant les fleurs épanouies avec les acides naphtalène acétique, indole butyrique, indole acétique et indole propionique.

Le présent travail est seulement une *étude documentaire*. Fruit de recherches patientes et de lectures nombreuses, il met en ordre des notes que nous accumulions depuis plusieurs années.

Nous avons arrêté le dépouillement des publications scientifiques à la fin de l'année 1951. Nous avons parfois réduit à quelques lignes des analyses de publications qui auraient mérité des développements importants.

Les lecteurs désireux de compléter leur information sur la parthénocarpie trouveront dans les références reprises à l'index bibliographique des sources dignes d'intérêt. Pour ce qui a trait à l'état de la question avant 1890, nous signalons tout spécialement le travail de Sturtevant (86). Quant aux recherches effectuées sur la parthénocarpie naturelle et artificielle de 1890 à 1942, elles ont été évoquées avec brio dans l'étude générale que Gustafson (33) leur a consacrée dans le volume 8, numéro 9, de la *Botanical Review*.

TOMATE

Bien que normalement pourvue de graines, la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. = *Solanum lycopersicum* L.) peut, naturellement, dans certaines conditions, produire des fruits parthénocarpiques.

Le phénomène a été observé par Sandsten (164) quand il cultivait la variété *Earleana* sur des sols de serres, excessivement riches.

Höstermann (43) a constaté que les variétés *Königin der Frühen, Mikado, Président Garfield, Ponderosa* et *King Humbert* portaient de petits fruits parthénocarpiques lorsque leurs inflorescences avaient été soustraites à la pollinisation. Les variétés *Lucullus*,

Comet et *Sterling Castle* formaient quelques fruits sans graines même lorsque la pollinisation n'était pas entravée.

Selon HAWTHORN (136), un croisement *Large Cherry* × *Bonny Best* a produit des baies à graines en juin et au début de juillet, des fruits parthénocarpiques durant la partie la plus chaude de l'été, et, de nouveau, des tomates à graines à la fin de la saison.

Les examens microscopiques auxquels ont procédé M. M. LESLEY et J. M. LESLEY (149, 150) ont montré que la production de fruits parthénocarpiques chez la tomate était liée à des déficiences chromosomiques affectant son génotype.

Si les résultats des traitements chimiques déclenchant la parthénocarpie chez la tomate sont inconstants, il n'en demeure pas moins que les avantages qu'ils procurent ne sont nullement négligeables pour les maraîchers et pour les pourvoyeurs des conserveries. C'est un fait d'observation courante que moins la tomate renferme de graines, plus ses qualités culinaires sont appréciées. La chair des baies parthénocarpiques est abondante ; leurs caractéristiques variétales sont conservées ; leur saveur n'est pas modifiée et leur teneur en sucre, en matière sèche, en eau et en vitamine C n'est pas altérée.

Outre la fructification certaine qu'ils assurent, ces traitements, aux dires de la majorité des auteurs que nous avons consultés, présentent les avantages suivants :

1. — Le taux d'accroissement de la production peut atteindre 50 p. c. ;

2. — On peut livrer au commerce des tomates en dehors des périodes d'abondance ;

3. — Les baies parthénocarpiques sont mûres une dizaine de jours avant les tomates témoins ;

4. — Les tomates arrivant à maturité en même temps, la cueillette en est facilitée ;

5. — Le volume et le poids moyens des fruits sont généralement plus élevés que ceux des témoins.

Les hormones de croissance ont d'abord été appliquées aux tomates cultivées *en serres*. A ce sujet, il convient de citer les travaux de F. G. GUSTAFSON (134), HAWTHORN (136), HOWLETT (140, 141), LUCKWILL (151), STRONG (169) et ZIMMERMAN (190).

Les traitements aux substances de croissance ont alors été étendus aux tomates *de plein champ*, puisque, aussi bien, les résultats des essais en serres et des expériences à l'air libre n'étaient que partiellement comparables.

L'objectif des applications d'hormones ne peut être de produire exclusivement des fruits parthénocarpiques. Comme l'ont montré les recherches de JUILLET (144, 145), MANN (152), STIER (168),

Wain (179) et Wittwer (184, 185), ce sont plutôt des mesures de secours permettant de remédier à une pollinisation déficiente et de diminuer la coulure.

La mise à fruit parthénocarpique se fait généralement par pulvérisation, sur le bouquet floral, de solutions aqueuses de 2,4-D (1 gr pour 100 litres) ou d'acide indole butyrique (1 à 3 gr par litre).

D'essais entrepris par Bouillenne et ses collaborateurs (124) au Jardin Botanique de Liège, en juin-juillet 1947, il appert que l'effet hormonal produit son rendement optimum lorsque les inflorescences de tomates subissent deux pulvérisations d'hormones : la première quand deux ou trois fleurs du bouquet sont ouvertes ; la deuxième, quinze jours plus tard.

Plusieurs auteurs ont signalé que les tomates parthénocarpiques se distinguaient des autres par des déformations : profil tronqué, protubérance en téton à l'emplacement du style, épaississement, etc.. A. Juillet (144, 145), dans les expériences de plein champ qu'il a réalisées en 1947 et 1948 dans la banlieue sud de Beaucaire (Gard) n'a pas observé ces déformations. Il a traité la variété *Ronde lisse de Perpignan* avec des solutions diluées d'acide β-naphtoxyacétique, de titre variable, parfois renforcées par de l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique.

Clendenning (126) a rapporté que l'application d'acide indole butyrique à la concentration de 0,2 p. c. ou d'acide β-naphthoxyacétique à la concentration de 50 p. p. m. sur les fleurs fécondées, augmentait sensiblement le nombre et les dimensions des tomates *Marglobe*, mais était sans effet sur la variété *Grand Rapids*.

Les chercheurs suisses W. Wurgler et P. Mottier (188, 189) ont entrepris des essais sur des tomates cultivées dans les serres de l'École cantonale d'Agriculture de Marcelin-sur-Morges, et sur des tomates croissant en plein air à Montagibert (Lausanne). Les grappes de fleurs ont été traitées au β-naphthoxyacétate de sodium à 100 p. p. m. ou au 4-chlorophénoxyacétate de sodium à 50 p. p. m.

Les auteurs ont fait les constatations ci-après :

— Les traitements ont avancé considérablement la production. Cette avance est très marquée jusque vers mi-août. A partir de ce moment, la production des témoins commence à dépasser celle des plantes traitées.

— Le poids des fruits n'est que peu influencé par les traitements ; toutefois, les baies issues de fleurs traitées au 4-chlorophénoxyacétate de soude sont en général légèrement plus lourdes.

En 1950, Cottenie (129) a expérimenté, à l'Université de Gand, l'action de l'acide monochlore-phénoxyacétique sur les bouquets de fleurs de la variété *Tuckwood*. L'apparition de tomates parthé-

nocarpiques s'est seulement manifestée lorsque l'apport de l'hormone a été effectué à un moment bien déterminé. Les fruits normaux et les fruits parthénocarpiques ont présenté une différence de structure remarquable : alors que les premiers étaient divisés en six loges, les derniers en contenaient seulement deux.

Les hybrides de *Lycopersicon esculentum* et de *L. pimpinellifolium* respectivement avec *L. peruvianum* portent des fruits dépourvus de graines.

AUBERGINE

Des cas de parthénocarpie ont été signalés chez l'aubergine (*Solanum melongena* L. ; en anglais : « egg plant »).

Bailey et Munson (191, 192) ont obtenu des fruits parfaits mais stériles, en castrant les fleurs de *Solanum melongena* et en les isolant afin d'empêcher toute pollinisation.

De son côté, Höstermann (43) a réussi a produire des baies parthénocarpiques chez plusieurs variétés d'aubergine.

En injectant du pollen de *Petunia* dans l'ovaire de fleurs émasculées, Yasuda (109, 111, 112) a déclenché la formation de petits fruits parthénocarpiques. Gustafson (24) et Oinone (72) sont arrivés au même résultat en appliquant des hormones de croissance sur les stigmates des fleurs.

PIMENT

Le piment est sans doute la première plante que Christophe Colomb ramena d'Amérique. Son fruit, le *poivron*, a été longtemps cultivé, en Europe, comme condiment. En Hongrie, où il est connu sous le nom de « paprika », il fait l'objet d'un commerce important. C'est seulement à la fin du siècle dernier que la génétique a créé des piments doux qui se consomment en légumes et en salades.

Höstermann (43) et Wölfert (106) ont signalé que des pieds de *Capsicum annuum* L. — le *red pepper* ou *chilli* des Anglais — ont donné naturellement des fruits parthénocarpiques.

A l'occasion des recherches qu'il effectua, tant en plein champ qu'en serres, sur les facteurs susceptibles d'influencer la croissance et la fructification de *Capsicum frutescens* L. (en anglais : *pepper*), Cochran (197) a constaté que des fruits parthénocarpiques se formaient chez la variété *World Beater* lorsque, au moment de l'anthèse, on faisait passer les fleurs d'une température de 90 à 100°F à celle de 50 à 60° F. A ces basses températures, les tubes polliniques croissent trop lentement et ne parviennent pas à atteindre les ovules. Pour le surplus, le « stimulus » de la pollinisation ne semble pas indispensable au développement des poivrons.

Gustafson (33) a induit la parthénocarpie chez le piment à l'aide de l'acide indole acétique, de l'acide indole butyrique et d'extraits de pollen de *Petunia hybrida*. De son côté, Wong (221, 222) est arrivé au même résultat en se servant d'acide naphtalène acétique.

CUCURBITACÉES

1. Concombre et cornichon.

La parthénocarpie est fréquente chez *Cucumis sativus L.* (en anglais : « cucumber »).

Noll (212) a observé que les variétés de concombre *Rytows Gurke* et *Grosse Schlangen* produisent des fruits sans graines quand on les soustrait à la pollinisation. Strong (215), expérimentant sur d'autres variétés, est arrivé aux mêmes constatations.

De son côté, Munson (211) s'est rendu compte que les variétés *Blue Gown* et *Duke of Edinburgh* forment des fruits sans graines même quand la pollinisation n'est pas écartée.

Selon Tiedjens (216, 217), les concombres cultivés dans des sols riches en azote et sous lumière réduite, donnent des fruits dépourvus de pépins, même quand la fécondation a lieu. Cet auteur a signalé des cas de parthénocarpie à propos des recherches qu'il a entreprises relativement à l'influence de la lumière et des conditions édaphiques et climatiques sur la distribution des sexes chez la fleur ainsi que sur la forme et le volume du fruit chez *Cucumis sativus*.

Hawthorn et Wellington (206) se sont voués à la recherche de bonnes variétés sans graines de concombres, variétés aptes à conquérir les marchés. Ils ont découvert un hybride intéressant dans la descendance du croisement *Arlington White Spine* × *Rockford Market*.

Certaines races apparentées au concombre *White Spine* se sont révélées aussi à Mc Collum (209) comme étant parthénocarpiques. Selon cet expérimentateur, la tendance du concombre à produire des fruits parthénocarpiques est partiellement liée à la présence de fleurs pollinisées sur la même plante. Les pépons parthénocarpiques ont une teneur plus élevée en sucres réducteurs et en polysaccharides.

Yasuda (224), par injections d'extraits de pollen de concombre dans les ovaires, Gustafson (24, 25, 31), avec des extraits de pollen et des substances de croissance, Wong (221), avec l'acide naphthalène acétique, sont arrivés à induire la parthénocarpie chez des concombres et des cornichons.

Chin-Hsu Liu et Cherng-How Lou (208) ont induit la parthénocarpie chez le concombre à l'aide de fluorescéine.

2. Courges.

Charles Naudin a classé les courges en trois variétés :
— *Cucurbita maxima* Duch. qui comprend toutes les sortes de potirons, de courges Quintal, etc..
— *Cucurbita moschata* Duch.
— *Cucurbita pepo* L. dont font partie les courgettes et les courgerons.

a. *Courges et potirons.*

Oinone (72), Gustafson (31) et Wong (108, 223) ont obtenu des *Cucurbita maxima* (en anglais : « squash ») parthénocarpiques en traitant les fleurs avec des hormones de croissance.

b. *Cucurbita moschata.*

Les efforts de Gustafson (23, 25, 31) et de Wong (223) ont abouti à la création de *Cucurbita moschata* (en anglais : « Crookneck summer squash ») parthénocarpiques. Mais ces péponides étaient souvent difformes et n'arrivaient pas complètement à maturité.

c. *Courgettes et courgerons.*

Des cas de parthénocarpie ont été observés chez *Cucurbita pepo* (en anglais : « pumpkin ») par Höstermann (43).

Par des traitements aux hormones de croissance, Sereisky (81) et Gustafson (31) ont obtenu des fruits sans graines chez les courgettes et les courgerons. Hubert et Maton (45) ont abouti aux mêmes résultats en expérimentant sur *C. pepo* var. *piriformis*, *C. pepo* var. *meloliformis* et *C. pepo* var. *Lange groene*.

d. *Hybrides de Cucurbita.*

Erwin et Haber (202) croisant entre elles différentes variétés de *Cucurbita maxima*, *C. pepo* et *C. moschata*, ont constaté que 99 p. c. des produits obtenus étaient aspermes. Castetter (201) a rapporté des résultats semblables.

3. Melon.

Bien que les tentatives de Wong (223) et de Oinone (72) pour induire la parthénocarpie chez *Cucumis melo L.* (en anglais : « muskmelon ») aient été vaines, Burrell et Whitaker (200) semblent

avoir remporté quelques succès dans cette voie en traitant les fleurs avec l'acide indole acétique à 1 p. c.

4. Pastèque ou melon d'eau.

Wong (221, 222, 223) a été le premier à produire la parthénocarpie chez *Citrullus vulgaris* Schrader (en anglais : « watermelon ») par traitements chimiques du pistil.

Par la suite, Gustafson (31), Oinone (72) et Wong (108) ont aussi obtenu des pastèques sans graines.

FRAISIER

Swarbrick (228) a traité les variétés autostériles de fraisier *Oberschlesien* et *Tardive de Léopold* avec l'acide β-naphtyl-acétique. Il a constaté que la production avait augmenté d'environ 10 kg à l'are.

RONCE

Les fleurs de *Rubus* restent souvent stériles. En Amérique, Marth et Meader (229) ont obtenu des augmentations de récoltes de 50 à 90 p. c., en appliquant des substances de croissance aux mûres.

GROSEILLIER

La parthénocarpie n'est pas fréquente chez les groseilliers. Toutefois, Ewert (230, 231) ayant castré les fleurs est parvenu à produire des baies sans graines chez divers *Ribes*. Ces baies étaient plus sucrées et moins acides que les fruits témoins.

VIGNE

L'absence de pépins, apparue sans doute à la suite de mutations gemmaires, se traduit chez les vignes cultivées par une diminution sensible du diamètre des baies. Cet inconvénient est compensé, aux yeux de la plupart des consommateurs, par l'absence de parties dures dans les raisins.

Le raisin de Corinthe est en général dépourvu de pépins. Toutefois, en dépit de son nom spécifique (*Vitis apyrena* ou *corinthiaca*), il arrive que des grappes, des parties de grappes ou des baies isolées renferment des pépins rudimentaires.

Nous devons au Japonais Oinone (72) l'explication de cette absence de pépins : elle serait imputable à une fécondation incom-

plète, simple au lieu d'être double ; seule, l'oosphère du sac embryonnaire serait fécondée et le second anthérozoïde entrerait en dégénérescence.

Les essais réalisés par Roussopoulos (243) à l'Institut du Raisin de Corinthe, à Pyrgos (Grèce), ont montré qu'il pouvait y avoir apparition de pépins dans le raisin de Corinthe à la suite d'autofécondation. Les tentatives d'hybridation de ce raisin à l'aide de pollen de variétés américaines ou européennes (*R* 110, 34 *E*, *Muscat*, *Rosaki*, etc...) ont produit soit des baies sans pépins, soit des baies à pépins plus ou moins nombreux mais vides d'embryon et par conséquent stériles. Au contraire, apporté sur *Muscat* et *Rosaki*, par exemple, le pollen du raisin de Corinthe a fourni des grains à pépins bien constitués. L'application du même pollen à la variété *Sultanina* a conduit à la production de raisins apyrènes. Ces résultats prouvent que, dans le cas du raisin de Corinthe, ce sont les organes femelles qui sont responsables de la fécondation incomplète.

L'apyrénie présente un avantage certain pour la production des fruits à sécher.

Au cours de ses recherches sur les *Vitis*, Bioletti (232) a reconnu que les variétés suivantes étaient parthénocarpiques : *Sultanina*, *Sultanina rose*, *Sultana*, *Black Corinth*, *White Corinth* et *Seedless Muscat*.

Maheshwari (61) a rapporté que Millardet induisait la formation de raisins apyrènes en fécondant certaines variétés de vignes d'Europe avec du pollen de *Ampelopsis hederacea*.

Certains viticulteurs américains, à la suite de croisements avec des espèces relativement éloignées, sont parvenus à créer des sortes de raisins sans pépins, généralement de petite taille, mais précoces, parfumés, facilement conservés à l'état frais. Ainsi en est-il de *Perlette*, *Thompson Seedless* et *Delight*.

Olmo (240), Pearson (241, 242) et Susa (249) ont consacré des travaux pertinents à la parthénocarpie chez la vigne.

Dans les croisements tentés en vue de produire des cépages apyrènes, la variété sans graines doit obligatoirement jouer le rôle de pollinisateur. Les combinaisons cépages pyrénés × cépages apyrènes réalisées par Stout (246, 247, 248) n'ont fourni aucun descendant apyrène en F_1. E. Snyder et F. Harmon (245) ont signalé l'apparition, en 1935, d'une mutation sans pépins sur une portion de cep de *Muscat d'Alexandrie* croissant dans une propriété située près de Fresno, en Californie. Les mêmes auteurs ont pu vérifier, en F_2, l'apyrénie du croisement *Muscat d'Alexandrie* × *Corinthe noir*.

Les travaux de Stout (246, 247, 248), de Negrul (239) et de

Snyder et Harmon (245) ont montré que des variétés contenant ordinairement quelques pépins normalement développés dans chaque baie pouvaient très bien porter des facteurs récessifs de l'apyrénie.

Levadoux a examiné longuement la question des raisins sans pépins dans les pages 279 à 283 de son étude (235) sur la sélection et l'hybridation chez la vigne.

Du point de vue génétique, Levadoux distingue deux sortes d'apyrénie : *l'apyrénie corinthienne* et l'*apyrénie sultanienne*.

Pour se réaliser, l'apyrénie corinthienne exige la réunion sur un même individu de deux conditions indépendantes l'une de l'autre : l'avortement de tous les ovules d'une part, et la possibilité d'un développement parthénocarpique du fruit d'autre part. L'apyrénie corinthienne se rencontre de façon occasionnelle chez un grand nombre de cépages (*Aramon, Gamay,* etc.) lorsque la fécondation est éludée accidentellement (*millerandage*). L'apyrénie est normale et constante chez quelques mutations végétatives dont la plus connue est la vigne de Corinthe.

Dans l'apyrénie sultanienne, le développement de la baie est consécutif à une fécondation préalable d'un ou de plusieurs ovules dont le développement ultérieur s'avère imparfait. Elle se caractérise par la présence de pépins réduits, mous, d'aspect parcheminé (pépins *sténo-spermiques*). L'apyrénie sultanienne apparaît de façon accidentelle chez plusieurs variétés telles que le *Muscat d'Alexandrie* et le *Muscat de Hambourg*. Elle est normale et constante chez un certain nombre de clones originaires de l'Asie mineure où ils sont connus sous le nom générique de *Kishmish* (*Sultanina, Sultana, ...*).

POMMIER

La parthénocarpie présente, pour le pommier, un attrait tout spécial. En effet, s'il était possible d'obtenir chez certaines variétés un grand nombre de fruits parthénocarpiques, on pourrait entreprendre de grandes cultures homogènes de pommiers, sans se soucier de la présence de variétés pollinisatrices.

Sturtevant (86), Waite (281), Ewert (255), Müller-Thurgau (69), Bugini (251), Varrelman (271) et d'autres ont signalé de nombreux cas de parthénocarpie chez *Pyrus malus*.

Les fruits parthénocarpiques ont été signalés chez les variétés suivantes de pommiers : *Transparente Blanche, Cellini, Baldwin, Reinette du Canada, Calville d'Hiver, Charlamowski, Lord Suffield* et *Spencer Seedling*.

Krummel (275) a affirmé que la parthénocarpie était fréquente chez les variétés *Reinette du Canada* et *Calville d'Hiver*.

Selon Latimer et Rawlings (260), la gelée a engendré des fruits parthénocarpiques chez un certain nombre de variétés américaines de pommier.

Il appert des travaux de Reinecke (280) que la parthénocarpie assure, en Afrique du Sud, une fructification élevée des arbres fruitiers à pépins. Par contre, Deseymard (254), étudiant la mise à fruit chez la *Reinette Blanche du Canada*, incline à croire que la parthénocarpie ne touche qu'un nombre de fruits trop faible et qu'elle est incapable d'assurer une production satisfaisante.

Coutaud (252) a étudié, sous l'angle de la parthénocarpie, onze variétés de pommiers recommandées pour les nouvelles plantations en Bretagne. Le pourcentage des fruits parthénocarpiques était faible et le poids de ces fruits était toujours inférieur à celui des fruits normaux.

La parthénocarpie des fruits à pépins semble liée aux conditions du milieu, spécialement au climat. C'est ainsi, par exemple, que si la parthénocarpie s'est manifestée à un degré élevé, en 1947, chez la *Reinette de Caux* et chez *Chailleux*, ces mêmes variétés n'en ont pas été affectées en 1948.

Coutaud n'a obtenu des fruits sans pépins qu'à la suite de pollinisations ; seules, les autopollinisations ont été suivies de fruits parthénocarpiques de taille normale. Les résultats de ses essais ont corroboré l'opinion des auteurs qui prétendent qu'une excitation des styles et des stigmates par les tubes polliniques est nécessaire pour déclencher la parthénocarpie.

POIRIER

La parthénocarpie paraît fréquente chez le poirier (*Pyrus communis*), si l'on considère les nombreux auteurs qui en font mention : Sturtevant (86), Waite (281), Ewert (255), Müller-Thurgau (69), Höstermann (43), Kraus (274), Wölfert (106), Reinecke (280), Krummel (275).

La parthénocarpie a été signalée chez les variétés suivantes : *Louise Bonne d'Avranches, Duchesse d'Angoulême, Beurré d'Amanlis, Beurré Giffard, Bon Chrétien William's, Beurré Clairgeau, Conférence, Bergamotte Esperen, Beurré Alexandre Lucas.*

Bugini (251) a rapporté qu'à la Station d'Horticulture fruitière de Milan, il a pu reconnaître des fruits parthénocarpiques chez les poiriers *Beurré Alexandre Lucas, Beurré Clairgeau, Beurré Diel* et *Bergamotte Esperen.*

Les chercheurs du John Innes Institute ont signalé que *Doyenné*

du Comice produisait seulement des fruits sans graines quand les fleurs étaient fécondées par le pollen de *Beurré Bedford*.

Selon Minerbi (277), les fortes gelées qui ont sévi à Porporana (Italie), les 9 et 10 avril 1949, ont été suivies de parthénocarpie chez diverses variétés de poirier, particulièrement chez la variété *Passe Crassane*.

Wain (101, 279) et Mlle D. J. Osborne (278), à Wye College, ont induit la parthénocarpie chez les poires *Beurré Superfin*, *Dr. Jules Guyot* et *Pitmaston Duchess* à l'aide de l'acide α-2-naphthoxy-propionique à 100 p. p. m.

D'ordinaire, les poires vierges ne se distinguent en rien des fruits fécondés. Mais il arrive qu'elles sont un peu plus petites que les fruits normaux et que leurs qualités sont inférieures. Les poires *Conférence* parthénocarpiques sont plus allongées que les autres. Biedermann (272) a signalé que la parthénocarpie engendrait une déformation chez la poire *Comtesse de Paris*.

PRUNUS

Prunus persica.

Stewart et Eustace (284) ont reconnu que de petites pêches produites par les variétés *Globe* et *Elberta* étaient parthénocarpiques.

Shing et Feng (283) ont démontré que des fruits réduits de la variété *Shen-Chou* étaient dépourvus de noyau. Une constatation analogue a été faite par Dorsey (282) sur la *Pêche de Hale*.

Prunus domestica L.

La parthénocarpie n'existe pas naturellement chez le prunier.

Prunus cerasifera.

C'est le « cherry plum » des Anglais. En 1940, les génétistes du John Innes Institute ont signalé que *Prunus cerasifera* var. *Red* (2x) pollinisée par *P. domestica* (6x) produisait des fruits parthénocarpiques.

CERISIER

Bien que fort rares, des cas de parthénocarpie ont été observés chez le cerisier (*Cerasus vulgaris* Mill.) par Gardner (285) et par Tukey (286).

MÛRIER

Selon KRONFELD (50), CAMERARIUS aurait observé un vieux *Morus nigra* (en anglais : « mulberry »), qui après une pause de plusieurs années, se remit à produire des fruits dépourvus de graines.

NÉFLIER

Dans le Jardin Botanique de Kiel, WÖLFERT (106) a observé que des néfliers (*Mespilus germanica*) portant des fruits sans graines voisinaient avec d'autres dont les nèfles contenaient des noyaux.

KIRCHNER (287) a étudié plusieurs cas de nèfles parthénocarpiques.

ANANAS

La parthénocarpie est quasi générale chez *Ananas sativus* ; pourtant HEILBORN (289) a constaté que la plupart des variétés ont du pollen normal.

La parthénocarpie de l'ananas est due soit à l'auto-stérilité, soit à l'auto-incompatibilité. La croissance du tube pollinique débute mais cesse rapidement, ce qui est dû, apparemment, à quelque influence inhibitrice du style.

AGRUMES

Sous le terme « agrumes » sont désignées l'ensemble des espèces appartenant au genre *Citrus* : citronniers, orangers, mandariniers, etc...

SWINGLE divise le genre *Citrus* en deux sous-genres : *Eucitrus* dont les hespéridies sont comestibles, et *Papeda* dont les fruits sont étrangers à toute comestibilité.

Les graines font défaut chez plusieurs agrumes cultivés. La variété *Washington Navel* est le type des oranges aspermes. D'autres sortes contiennent seulement un nombre réduit de pépins. Ainsi, la *Valence Tardive* contient en moyenne six grains, tandis que l'orange de Palestine (*Jaffa* ou *Shamouti*) en renferme d'ordinaire trois.

La parthénocarpie augmente la commercialité des hespéridies. Malheureusement, les Aurantiées dépourvues de pépins sont généralement frêles et produisent peu. C'est pourquoi les plantes les plus vigoureuses sont sélectionnées et multipliées par bouturage.

La confusion règne encore dans la classification des *Citrus*. La recherche y est ardue. Il faut en voir les raisons dans les faits sui-

vants : les différentes espèces s'hybrident facilement entre elles ; les mutations sont fréquentes ; la tendance à la polyembryonie est fortement accusée.

Le pamplemoussier.

Citrus grandis (Osbeck) Marc. = *C. decumana* Murr. *pro parte* = *C. maxima* Merr.

C'est le pamplemoussier ou « shaddock ».

Swingle et Webber donnent le nom de « pumelo » à *Citrus grandis*.

Il existe des variétés parthénocarpiques de pamplemoussier, mais leur importance commerciale est secondaire.

Le grapefruit.

Citrus racemosa Marc. = *C. decumana* Murr. *p. p.* = *C. paradisi* Macf. : « grapefruit » ou « pomelo ».

Surtout améliorés par les Américains, les « grapefruits » comptent plusieurs variétés (*Marsh Seedless, Triumph, Mac Carthy, Foster, Duncan*) ayant acquis une solide renommée.

Pope (295) a affirmé qu'aux îles Hawaï, le *Marsh Grapefruit* était généralement asperme. Lorsque les graines étaient présentes, leur nombre variait de 1 à 6.

Selon Reinking (297), les fruits du *double pomelo de Banda et Ambon* sont habituellement dépourvus de graines. Par ailleurs, Reinking et Groff (296) ont prouvé que si la variété siamoise *Kao Pan* produisait sporadiquement des fruits sans graines, spécialement en juin, les fruits mûrissant en novembre contenaient des pépins. A propos de cette variété, Torres (301) a noté que, cultivée aux îles Philippines, elle donnait des fruits renfermant des graines.

Le limettier.

Citrus aurantifolia Swingle : « lime », limettier, limettier acide.

La variété *Tahiti Lime* est dépourvue de graines. Uphof (302) en a étudié cytologiquement le pollen et le sac embryonnaire.

L'oranger doux.

Citrus sinensis Osbeck : oranger, oranger doux.

Les oranges aspermes du type Navel étaient déjà connues au 16e siècle. Le « navel » est une mutation latente qui s'extériorise facilement chez la plupart des orangers. Elle entraîne la formation d'une fleur double, mal formée, ainsi que la dégénérescence du pollen et de l'ovule.

Parmi les variétés de *Citrus sinensis* cultivées aux îles Hawaï, Pope (295) en a signalé plusieurs qui étaient dépourvues ou quasi dépourvues de graines : *Navelencia, Valencia, Washington Navel, Thompson Navel* et *Buckeye Navel.*

Nagai et Tanikawa (293) n'ignoraient pas que les oranges *Washington Navel, Thompson Navel, Navelencia, Maltese Blood, Rubby Blood, Jappa, Valencia* et *Kwantung* produisaient toutes des fruits sans l'intervention de la pollinisation.

Webber (303) fut sans doute le premier à élucider cytologiquement le cas du *Washington Navel.*

Les mandariniers.

Le groupe des mandariniers comprend :

Citrus nobilis Lour. : mandarinier.

Citrus deliciosa Tenore = *C. nobilis* Lour. var. *deliciosa* : mandarinier vrai, mandarinier d'Italie.

Citrus Unshiu (Makino) Marc. : mandarinier japonais, mandarinier Satsuma.

Né sur les bords de la Méditerranée, le mandarinier est le plus rustique de tous les *Citrus.* Ses fruits savoureux sont malheureusement bourrés de pépins. Le travail de sélection s'efforce de dégager les types susceptibles de donner des fruits possédant peu de pépins.

Nagai et Tanikawa (293) ont rapporté que, auto-fécondées, les variétés *Wase-Unshiu, Makaku-Kishiu* et *Kunembo* produisent souvent des fruits sans pépins. Au contraire, la plupart des variétés *Unshiu* et *Kunembo* donnent des fruits contenant des graines quand elles sont soumises à la fécondation croisée.

Cultivée aux îles Hawaï, la mandarine Satsuma (groupe Unshiu) ne contient normalement, selon Pope (295), aucune graine ou seulement 1 à 4.

Zanini (305) a relaté les résultats obtenus en pulvérisant des fleurs de mandariniers âgés de 6 à 7 ans, croissant dans la région de Messine, avec un produit anglais, Planofix, phytohormone synthétique à base d'acide α-naphthalène acétique. L'effet parthénocarpique le plus accusé a été obtenu avec une solution aqueuse de Planofix à 0,25%.

Le clémentinier.

L'espèce cultivée *Citrus nobilis* Lour. a donné naissance, en Algérie, à la suite d'une hybridation naturelle, à un nouveau type appelé à un très grand avenir économique : le clémentinier.

Par autofécondation, le clémentinier donne des fruits parthéno-

carpiques, mais au voisinage du mandarinier, il produit des fruits pourvus de pépins.

Récemment, des agrumiculteurs d'Afrique du Nord ont annoncé qu'ils étaient parvenus à améliorer la fructification du clémentinier en aspergeant les fleurs avec des solutions hormonales.

Le citronnier.

Citrus limonum Risso : citronnier (en anglais : « lemon »).

Gustafson (27) a suivi attentivement le comportement du citronnier *Eureka* qui, dans un jardin de Riverside, en Californie, produisait uniquement des fruits sans graines. Il a constaté que le contenu en hormones des ovaires des fleurs était approximativement deux fois plus élevé que celui de la même variété contenant des graines.

Il appartenait à Nagai et Tanikawa (293) de prouver que les variétés *Eureka*, *Genoa* et *Lisbon* fructifiaient sans l'aide de la pollinisation, mais que la récolte était supérieure quand la pollinisation avait lieu.

DIOSPYROS

Le fruit des *Diospyros* est connu sous le nom anglais de « persimmon ».

Le *Diospyros Kaki* qui est en passe de devenir une des principales richesses horticoles de la Floride, semble être une essence fruitière intéressante pour le Congo belge.

Dès 1908, Woodburn (315) avait reconnu la présence de fruits sans graines chez des espèces de *D. virginiana* croissant à Bloomington, Indiana. Un fait semblable a été constaté par M^lle^ Hague (308) à Decatur, Illinois.

Plusieurs investigateurs, parmi lesquels Gould (307), Hodgson (309), Hume (310, 311), Tamari (313) et Wettstein (314) ont mis en évidence la nature parthénocarpique du fruit de *D. Kaki* (en anglais : « Oriental persimmon »).

Akh, un botaniste russe, a mentionné que, de temps à autre, dans le Caucase, *D. Lotus* (en anglais : « Caucasian persimmon ») est parthénocarpique. De son côté, Hodgson (309) a écrit que les résultats de ses recherches sur les « persimmons » l'autorisent à affirmer que *D. Kaki* et *D. Lotus* sont régulièrement parthénocarpiques en Californie et qu'il y a de fortes présomptions qu'il en soit ainsi ailleurs.

OLIVIER

Selon Campbell (317), un brouillard dense ayant baigné une oliveraie italienne a déclenché la production d'olives sans noyau. Les fruits parthénocarpiques étaient ronds, tandis que les autres étaient allongés.

De leur côté, Pirotta et Di Pergola (318) ont cité le cas d'un olivier qui portait deux sortes de fruits quant au volume. Les petites olives étaient parthénocarpiques.

FIGUIER

En 1813, C. F. Mirbel suggéra de donner à la figue le nom de *sycone*. C'est un fruit charnu formé d'un réceptacle en forme d'urne sur lequel sont insérées les fleurs, nombreuses et petites.

Chez le figuier sauvage (*Ficus caprificus*), un Hyménoptère de la famille des Agaonidae, *Blastophaga psenes*, va pondre ses œufs à l'intérieur de fleurs femelles spéciales dont le style court permet une pénétration aisée de la tarière de l'insecte. Lorsque les nouveaux insectes issus du développement de ces œufs abandonnent les urnes, ils emportent du pollen emprunté aux fleurs mâles voisines de l'orifice apical (*ostiole*). C'est dans des urnes semblables du figuier cultivé (*Ficus carica L.*), urnes tapissées de fleurs femelles à long style dans lesquelles ils essaient en vain de pondre, qu'ils assurent la fécondation. Les réceptacles des fleurs ainsi fécondées constituent, à maturité, les figues comestibles.

Le processus décrit succinctement ci-dessus est la *caprification*. Sa nécessité a été l'objet de controverses passionnées. Le professeur italien Gasparrini (336) et le botaniste allemand Solms-Laubach (346) en ont contesté l'utilité. Par contre, W. T. Swingle (348, 349) l'a estimée absolument indispensable.

La parthénocarpie, tant stimulative que végétative, a été reconnue chez plusieurs types de *Ficus carica*. Les généticiens ont sélectionné de nombreuses races de figuier dont les réceptacles grossissent et deviennent succulents en l'absence de toute fécondation.

Les praticiens rangent ordinairement les figuiers en trois catégories : les figuiers-fleurs (« bakkors » des Kabyles), les figuiers d'automne et les caprifiguiers ou « dokkars ».

Les figuiers-fleurs ou *bifères*, généralement cultivés en Afrique du Nord, portent annuellement : *a*) au printemps, à la base des jeunes pousses, une abondante récolte de figues qui sont totalement consommées à l'état frais ; *b*) à l'automne, à l'extrémité des pousses, de petites figues (*mammes*) dont le froid arrêtera l'évolution et qui hiverneront dans cet état pour n'arriver à maturité

qu'en mai-juin de l'année suivante. Les figuiers-fleurs renferment des fleurs mâles et des fleurs femelles bien constituées ; la fécondation s'y accomplit normalement, sans intervention étrangère.

Les figuiers d'automne ou *unifères*, les plus nombreux, ne livrent leur récolte que de juillet à septembre, selon la précocité des variétés. Ce sont ces figues qui sont soumises au séchage. La plupart des figuiers d'automne n'ont que des fleurs femelles. Aussi la fécondation ne se réalise-t-elle que si des caprifiguiers croissent dans leur voisinage ou si, comme le font les Kabyles, des caprifigues sont suspendues dans les branches.

C'est à Condit (322, 323, 324, 325) que l'on doit les recherches les plus pertinentes sur la parthénocarpie chez *Ficus carica*. Cet auteur distingue quatre types culturaux de figues : la caprifigue, la *Smyrna*, la *White San Pedro* et la commune.

Plusieurs caprifiguiers, *Roeding* n° 1 par exemple, sont partiellement parthénocarpiques. Plusieurs autres, telles que *Croisie*, sont complètement parthénocarpiques.

Dans les figuiers du groupe *Smyrna* introduits en Californie vers 1880 par G. P. Rixford, la parthénocarpie est quasi inconnue.

Le figuier *White San Pedro* a un comportement paradoxal : si les fruits de la première récolte sont parthénocarpiques ceux de la seconde ont besoin de la fécondation.

Parmi les figuiers communs cultivés en Californie, les variétés *Mission*, *Dottato* et *Brunswick* sont complètement parthénocarpiques, pour les deux récoltes. Certaines variétés, *Bourjassotte Grise* par exemple, sont incomplètement parthénocarpiques. Chez plusieurs figuiers communs, le facteur de la parthénocarpie est plutôt instable.

R. Blondeau et J. C. Crane (320) ont étudié les effets parthénocarpiques de pulvérisations de divers produits chimiques chez des figues *Calimyrna* (contraction des deux termes California et Smyrna) de deuxième récolte. Les dilutions utiles de l'acide indole butyrique ont varié de 200 à 1500 p. p. m. L'efficacité de l'acide naphtalène acétique est allée en croissant de 25 à 250 p. p. m. L'application d'acide 2, 4, 5-trichloro-phénoxyacétique à 10 p. p. m. seulement a beaucoup accéléré la maturation des fruits. L'acide parachlorophénoxyacétique à 40-80 p. p. m. a permis d'obtenir des fruits parthénocarpiques qui ont mûri normalement.

DATTIER

Parmi les quelque douze espèces de palmiers du genre *Phœnix*, seul le Dattier cultivé, *Phœnix dactylifera* L. présente une grande valeur fruitière. Parmi l'infinie variété de dattes, la *Deglet-Nour* ou Datte de Biskra est une des plus exquises.

Normalement, pour se développer, les datttes exigent que les fleurs aient été fécondées. La parthénocarpie apparaît toutefois assez fréquemment chez *Ph. dactylifera*.

Nixon (354) a établi que la teneur en sucre de trois lots de dattes parthénocarpiques était la même que celle des fruits pourvus de noyaux.

MANGUIER

Après avoir supprimé les fleurs mâles de trois variétés de manguier (*Mangifera indica* L.) et laissé subsister pour chacune d'elle seulement une trentaine de fleurs hermaphrodites dont il avait enlevé les étamines, Venkataratnam (357) a constaté qu'une pulvérisation des fleurs restantes avec une solution aqueuse contenant 10 p. p. m. d'acide β-naphtoxyacétique améliorait la nouaison des fruits. Ceux-ci étaient parthénocarpiques et l'embryon des graines était inapte à germer.

MANGOUSTANIER

Les fruits des mangoustaniers, les mangoustans, sont des baies rondes, de la grosseur d'une petite pomme, à peau violet sombre. Comme chez les litchis, la pulpe comestible des mangoustans est une arille couvrant les graines.

Horn (359) a observé deux *Garcinia mangostana* L. parthénocarpiques.

Selon Sprecher (360), il est très rare de rencontrer des mangoustans dont les quartiers sont également développés. Les plus volumineux de ces quartiers contiennent généralement une semence bien constituée. Il arrive que la pulpe se développe tandis que les semences avortent : c'est la parthénocarpie. Parfois, téguments et pulpe grandissent mais le germe avorte : c'est la *phénospermie*.

BANANIER

Parmi la cinquantaine d'espèces de *Musa* vivant à l'état sauvage, quelques-unes seulement produisent des fruits comestibles. La section *Eumusa* comprend des espèces fertiles employées comme plantes ornementales et des espèces comestibles stériles ne donnant qu'exceptionnellement des graines. Dans cette section, les deux espèces les plus intéressantes sont le Bananier commun (*Musa sapientum* L.) qui fournit la banane dite *Gros Michel* et le Bananier nain ou Bananier de Chine (*Musa Cavendishii* Lamb.). Les anciens colons, au 18e siècle, cultivaient l'espèce *Musa paradisiaca* L., le Bananier cochon, qui donnait des fruits à cuire.

L'apparition de bananes sans graines résulte sans doute d'hybridations ou de mutations. En Indochine et en Malaisie, il existe encore des bananiers dont les fruits comestibles renferment quelques graines.

W. Fawcett, à la suite de nombreuses recherches, est arrivé à la conclusion que la banane commerciale peut produire des graines si on féconde ses fleurs avec un pollen « actif ». Dans la pratique culturale, ces graines ne se produisent pas parce que le pollen de la variété cultivée est incapable de consommer la fécondation.

A. D'Angremond (362) a repris la question et l'a éclairée d'un jour nouveau. Empêchant la pollinisation, il a établi que les fruits sans graines de *M. paradisiaca* et de *M. Cavendishii* sont parthénocarpiques vrais, c'est-à-dire qu'ils se développent en l'absence de toute pollinisation. Au contraire, les espèces produisant généralement des graines telles que *M. Basjoo* Sieb. et Zucc. et *M. ornata* ne produisent pas de fruits lorsque leurs fleurs n'ont pas été fécondées.

Si, dans la nature, les fruits de *M. paradisiaca* et de *M. Cavendishii* sont dépourvus de graines, c'est que la plupart des grains de pollen appartenant aux variétés cultivées de ces deux espèces de bananier sont incapables de germer. Les espèces cultivées peuvent donner des graines lorsqu'on les féconde avec le pollen des espèces sauvages.

Tischler (364) a consacré à l'étude du pollen du bananier des travaux pertinents.

AVOCATIER

Les trois races cultivées d'avocatier dites mexicaine, antillaise et guatémalienne peuvent se rattacher à une espèce unique *Persea gratissima* Gaertn. (Lauracées).

Les avocats sont de grosses baies, de poids, de couleur et de forme variables. Ordinairement, leur pulpe est occupée, en son centre, par un large noyau. Toutefois, selon Gustafson, il n'est pas rare de rencontrer des avocats dépourvus de noyau.

Le professeur Hodgson a reconnu que la parthénocarpie était relativement fréquente chez les sortes *Fuerte* et *Matney* ainsi que chez les variétés d'arrière-saison fleurissant lorsque les conditions de température sont déjà défavorables.

PAPAYER

La pulpe comestible des papayes, énormes baies allongées ou globuleuses, contient normalement de nombreuses graines. Cepen-

dant, HEILBORN (366) a découvert, en Équateur, deux espèces, *Carica chrysopetala* et *C. pentagona*, qui étaient entièrement parthénocarpiques.

A la suite de croisements interspécifiques de *Carica papaya* L. réalisés aux îles Hawaï, HIGGINS et HOLT (367) ont obtenu des hybrides produisant des fruits sans graines.

A l'Université de Ohio, SCHAFFNER (368) a remarqué que les fleurs femelles d'un *C. papaya* tombaient alors qu'elles étaient à peine ouvertes, et que les ovaires ne manifestaient jamais de velléités de croissance. En enlevant les plus longues feuilles du papayer, SCHAEFFNER a obtenu une plante à fort appareil radiculaire et à faible surface de transpiration. Dans ces conditions, les fleurs se sont maintenues sur le papayer et les ovaires ont subi un commencement de développement.

JUJUBIER

Observant des *Zizyphus Lotus* croissant dans le Jardin botanique de Siennes, CHIARUGI (370) a constaté que, parmi les fruits mûrs, les uns étaient volumineux, les autres de dimensions réduites. Les petits fruits étaient dépourvus de graines.

Le même CHIARUGI (371) a reconnu qu'une plante de *Zizyphus sativus*, introduite de Chine en 1894 et cultivée au Jardin botanique de Florence, portait des fruits parthénocarpiques.

CONCLUSIONS

Au cours de cette étude, nous nous sommes surtout étendu sur les variétés fruitières dont la parthénocarpie entraîne des répercussions économiques. Nous aurions pu allonger la nomenclature. C'est ainsi, entre autres, que des cas de parthénocarpie ont aussi été signalés chez : *Crataegus azarolus* L., *Berberis vulgaris* L., *Artocarpus incisa* L., *Chamaerops stauracantha*, *Gulielma speciosa* MART., *Dioscorea aculeata* L., *Lagenaria vulgaris* SER., *Psidium guayava* RADDI, *Lucuma bifera* MOL, *Achas sapota* L., *Eugenia malaccensis* L., *Myrtus communis* L., *Opuntia Davisii* ENGELM., *Spondia dulcis* FORST., *Pistacia vera* L. et *Punica granatum* L.

Dans beaucoup d'espèces, les fruits dépourvus de graines restent petits. Ainsi, les raisins de Corinthe sont de taille réduite. D'autres raisins dont la pulpe n'entoure qu'un nombre réduit de pépins prennent des formes asymétriques.

La valeur commerciale des fruits apyrènes est souvent restreinte. A la lecture des pages qui précèdent, on se sera rendu compte que

de nombreuses exceptions infirment cette constatation. Certains fruits, en effet, ne sont consommés qu'à la condition de ne pas contenir de graines.

Mais il arrive aussi que la parthénocarpie soit un mal. Ainsi, certaines variétés de pois (*Pisum sativum*) sont à rejeter des cultures parce qu'elles offrent une prédisposition fâcheuse à produire des gousses vides.

C'est surtout à l'Anglais Swarbrick et aux Américains F. G. Gustafson et P. W. Zimmerman que l'on doit la mise au point des traitements pratiques hormonaux dont le but est d'induire des fruits parthénocarpiques.

Les produits commerciaux sont d'un emploi plus aisé que le substances pures. Ils donnent à tout horticulteur et arboriculteur la possibilité de récolter à coup sûr des fruits sans graines. Il faut pourtant admettre que, sauf dans quelques cas particuliers que nous avons signalés au cours de cette étude, les traitements hormonaux n'ont pas encore donné en fructiculture les résultats qu'on était en droit d'espérer. Il faut voir là une conséquence des connaissances fragmentaires au sujet des facteurs présidant à la formation des fruits. Ce n'est que lorsque les physiologistes auront analysé à fond le mode d'action des hormones de croissance sur l'appareil floral des différentes espèces végétales, et lorsque les chimistes auront recréé, par synthèse, les substances sélectives convenant à chacune d'elles, que l'on pourra envisager la production systématique de fruits sans graines à l'échelle industrielle.

Il n'est pas étonnant de constater que les hormones de croissance agissent sur certaines espèces, alors qu'elles sont inopérantes sur d'autres, si l'on songe à la grande spécificité de ces substances. Les chercheurs, toutefois, ne se découragent pas : ils augmentent a gamme des substances expérimentées et améliorent les techniques d'application.

C'est ainsi que, tout récemment, C. T. Redemann, S. H. Wittwer et H. M. Sell (*The fruit-setting factor from the ethanol extracts of immature corn kernels*. Arch. Biochem., 22, p. 80-84, 1951) ont induit la parthénocarpie chez la tomate à l'aide de l'éthyl-ester de l'acide 3 indole acétique extrait des grains non mûrs du maïs doux, *Zea mays rugosa*, var. *Golden Cross*.

BIBLIOGRAPHIE

GÉNÉRALITÉS

1. Avery, G. S. and Johnson, E. B. — *Hormones and horticulture.* 326 p. Mc Graw-Hill Book Company, 1947.
2. Bonavia, E. — *Fertilization without pollen.* Gard. Chronicle, 3e s., t. 8, p. 295, 1890.
3. Burkholder, C. L. and Mc Cown, M. — *Effect of scoring and of α-naphthyl-acetic acid and amide spray upon fruit set and of the spray upon pre-harvest fruit drop.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 38, p. 117-120, 1941 et 49, p. 63-66, 1947.
4. Chevalier, Aug. et Leroy, J. — *Les fruits coloniaux.* 128 p. Coll. « Que sais-je ? », Presses Universitaires de France, Paris, 1946.
5. Clark, H. E. and Kerns, K. R. — *The control of flowering with phyto-hormones.* Science, 95, p. 536-537, 1942.
6. Clark, H. E. and Kerns, K. R. — *Effects of growth-regulating substances on parthenocarpic fruit.* Bot. Gaz., 104, p. 639-644, 1943.
7. De Boer, S. — *Groeistoffen en haar toepassing in de tuinbouw.* Med. Dir. Tuinbouw, 's-Gravenhage, 13, nº 8, p. 656-671, 1950.
8. Dollfus, H. — *Wuchsstoffstudien.* Planta, 25, p. 1-21, 1936.
9. Ernst, A. — *Bastardierung als Ursache der Apogamie im Pflanzenreich.* 1918.
10. Ewert, R. — *Neuere Untersuchungen über Parthenokarpie bei Obstbäumen und einigen anderen fruchttragenden Gewächsen.* Landw. Jahrb., 38 , p. 767-839, 1909.
11. Ewert, R. — *Neuere Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Parthenokarpie.* Verhandl. d. Ges. d. Naturf. u. Ärzte, 82. Vers. Königsberg, 2, 1, p. 87-90, 1911.
12. Eyster, W. H. — *Hormones and seed production.* Southern Seedsman, San Antonio, Tex., 1942.
13. Fitting, H. — *Entwicklungsphysiologische Probleme der Fruchtbildung.* Biol. Centralbl., 29, p. 193-206 ; 225-239, 1909.
14. Fitting, H. — *Die Beeinflüssung der Orchideenblüten durch die Bestäubung und durch andere Umstände.* Zeitschr. Bot., 1, p. 1-86, 1909.
15. Fitting, H. — *Weitere Entwicklungsphysiologische Untersuchungen an Orchideenblüten.* Zeitschr. Bot., 2, p. 225-267, 1910.
16. Gardner, F. E. and Marth, P. C. — *Parthenocarpic fruits by spraying.* Science, 86, p. 246, 1937.
17. Gardner, F. E. and Marth, P. C. — *Parthenocarpic fruits induced by spraying with growth-promoting compounds.* Bot. Gaz., 99, p. 184-195, 1937.
18. Gardner, F. E. and Kraus, E. J. — *Histological comparison of fruits developed parthenocarpically and following pollination.* Bot. Gaz., 99, p. 355-376, 1937.

19. Gardner, F. E. and Marth, P. C. — *Effectiveness of several growth substances on parthenocarpy in holly.* Bot. Gaz., 101, p. 226-229, 1939.

20. Gardner, V. R., Bradford, F. C. and Hooker, H. D. Jr. — *The fundamentals of fruit production.* 581 p. Mc Graw-Hill, New York, 1939.

21. Gärtner, C. F. — *Versuche und Beobachtungen über die Befruchtungsorgane der volkommenen Gewächse und über die natürliche und künstliche Befruchtung durch den eigenen Pollen.* 644 p. Stuttgart, 1844.

22. Georlette, R. — *Sur la parthénogenèse végétale et les phénomènes connexes.* Ann. Gembloux, 45, 1, p. 32-55, 1939.

23. Gustafson, F. G. — *Inducement of fruit development by growth-promoting chemicals.* Proc. Nat. Acad. Sci., 22, p. 628-636, 1936.

24. Gustafson, F. G. — *Parthenocarpy induced by pollen extracts.* Amer. Journ. Bot., 24, p. 102-107, 1937.

25. Gustafson, F. G. — *Further studies on artificial parthenocarpy.* Amer. Journ. Bot., 25, p. 237-244, 1938.

26. Gustafson, F. G. — *Induced parthenocarpy.* Bot. Gaz., 99, p. 840-844, 1938.

27. Gustafson, F. G. — *The cause of natural parthenocarpy.* Amer. Journ. Bot., 26, p. 135-138, 1939.

28. Gustafson, F. G. — *Auxin distribution in fruits and its significance in fruit development.* Amer. Journ. Bot., 26, p. 189-194, 1939.

29. Gustafson, F. G. — *Parthenocarpic and normal fruits compared as to percentage of setting and size.* Bot. Gaz., 102, p. 280-286, 1940.

30. Gustafson, F. G. — *Inducement of the development of seedless fruits by chemicals.* Chronica Botanica, vol. 6, nº 13, p. 316-318, 1941.

31. Gustafson, F. G. — *Probable causes for the difference in facility of producing parthenocarpic fruits in different plants.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 38, p. 479-481, 1941.

32. Gustafson, F. G. — *Production of vegetable fruits by chemical treatment of the flower.* Southern Seedsman, 1942.

33. Gustafson, F. G. — *Parthenocarpy : natural and artificial,* Bot. Rev., vol. 8, nº 9, p. 559-654, 1942.

34. Gustafson, F. G. — *The role of hormones in fruit development.* Amer. Naturalist, vol. 84, nº 815, p. 151-159, 1950.

35. Gustafsson, Åke. — *Studies on the mechanism of parthenogenesis.* Hereditas, Lund, t. 21, p. 1-112, 1935-1936.

36. Gustafsson, Åke. — *Apomixis in higher plants. I. The mechanism of apomixis.* Lunds Universitets Arsskrift, N. F., vol. 42, nº 3, 370 p., 1946.

37. Hagemann, P. — *Ueber durch β-indolessigsäure ausgelöste Parthenokarpie der Gladiole.* Gartenbauwiss., 11, p. 144-150, 1937.

38. Hartley, C. P. — *Injurious effects of premature pollination with general notes on artificial, pollination and the setting of fruits without pollination.* U. S. D. A. Bur. Pl. Ind., Bull. 22, 1902.

39. Havas, L. J. — *Parthenocarpy and other hormone-mimetic actions induced by polyploidizing agents.* Bull. Fac. Hort. Budapest, 12, p. 81-91, 1948.

40. Hemphill, D. D. — *The effects of plant growth regulating substances on flower bud development and fruit set.* Missouri Agric. Expt. Sta., Res. Bull. 424, 56 p., 1949.

41. Hilton, R. J. — *Parthenocarpic fruit production in horticultural plants.* Sci. Agric., 24, n° 10, p. 451-455, 1944.

42. Hoffmann, O. L. and Smith, A. E. — *A new group of plant growth regulators.* Science, Washington, 109, n°2841, p. 588, 1949.

43. Höstermann, G. — *Berichte über die Tätigkeit der wissenschaftlichen Institute. I. Pflanzenphysiologische Versuchsstation.* Ber. Kgl. Gartenl., Dahlem, p. 85-106, 1912 ; p. 54-62, 1913 ; p. 109-112, 1920-1922.

44. Howlett, F. S. — *Experiments concerning the practicability of certain chemicals as a means of inducing fruit setting.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 37, p. 886-890, 1940.

45. Hubert, B. en Maton, J. — *Parthenocarpie en groeistof.* Natuurwet. Tijds., 21, p. 339-348, 1939.

46. Judkins, W. P. — *Pollen tube growth.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 37, p. 891-894, 1939.

47. Kirchner, O. — *Fruchtbildung ohne Befruchtung.* Jahresb. d. Vereins vaterländ. Naturk. Württemberg, p. 84-85, 1902.

48. Kirchner, O. — *Parthenogenesis bei Blütenpflanzen.* Ber. Deutsch. Bot. Gesell., 22, 83, 1904.

49. Kobel, F. — *Lehrbuch des Obstbaus auf physiologischer Grundlage.* 274 p., chap. 3. J. Springer, Berlin, 1931.

50. Kronfeld, M. — *Fruchtbildung ohne Befruchtung.* Biol. Zentralbl., 10, p. 65-66, 1890.

51. Laibach, F. — *Pollenhormone und Wuchsstoff.* Ber. Deutsch. Bot. Gesell., 50, p. 383-390, 1932.

52. Laibach, F. — *Wuchsstoffversuche mit lebenden Orchideenpollinien.* Ber. Deutsch. Bot. Gesell., 51, p. 336-340, 1933.

53. Laibach, F. und Maschmann, E. — *Über den Wuchsstoff der Orchideenpollinien.* Jahr. f. Wiss. Bot., 78, p. 399-430, 1933.

54. Lavialle, P. — *La parthénogenèse chez les végétaux.* Thèse Agrég. Éc. Pharm. Paris, Berger-Levrault, Nancy, 1916.

55. Lewis, D. — *Chemical control of fruit formation.* J. Pomol. and Hort. Sci., vol. 22, n° 3-4, p. 175-183, 1946.

56. Lewis, D. — *Control of fruit formation artificial and natural.* John Innes Inst. Ann. Rept. 1946.

57. Luckwill, L. C. — *Le rôle des hormones végétales dans la fructification.* Endeavour, vol. 8, n° 32, p. 188-193, 1949.

58. Luckwill, L. C. — *Hormones in the fruit garden.* J. Roy. Hort. Soc., 74, p. 397-401, 1949.

59. Luckwill, L. C. — *The practical application of growth substances in crop production. In* Hanley, J. *et al* : Progressive Farming, vol. 2, p. 208-213, Caxton Publ. Co., London, 1950.

60. Luckwill, L. C. — *How plant hormones aid crop production.* World Crops, 2, p. 17-20, 1950.

61. Maheshwari, P. — *The role of growth hormones in the production of seedless fruits.* Sci. and Cult., 6, p. 85-89, 1940.

62. Mann, L. K. — *Morphological development of parthenocarpic fruits.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., vol. 52, p. 226-232, 1948.

63. Massart, J. — *Sur la pollination sans fécondation.* Bull. Jard. Bot État, Bruxelles, vol. I, fasc. 3, p. 89-95, novembre 1902.

64. Mitchell, J. W. and Whitehead, M. R. — *Responses of vegetative parts of plants following application of extracts of pollen from Zea Mays.* Bot. Gaz., 102, p. 770-791, 1941.

65. Mitchell, J. W. — *Plant growth regulators.* Science in Farming. Yearbook of Agriculture, Washington, p. 256-266, 1943-1947.

66. Mitchell, J. W. and Marth, P. C. — *Growth regulators for garden, field and orchard.* 129 p. The University of Chicago Press, Chicago, 1947.

67. Mui, R. M. — *The relation of growth hormone and fruit development.* Proc. Nat. Acad. Sci., 33, p. 303-312, 1947.

68. Müller-Thurgau, H. — *Abhängigkeit der Ausbildung der Traubenbeeren und einiger anderer Früchte von der Entwicklung der Samen.* Landwirt. Jahrb. Schweiz, 12, p. 135-205, 1898.

69. Müller-Thurgau, H. — *Kernlose Traubenbeeren und Obstfrüchte.* Landwirt. Jahr. Schweiz, 22, p. 560-593, 1908.

70. Murneek, A. E. — *Growth and development as influenced by fruit and seed formation.* Plant Physiol., 7, p. 79-90, 1932.

71. Murneek, A. E. — *Physiological factors in reproduction of plants.* Growth, 3, p. 295-314, 1939.

72. Oinone, Y. — *Artificial parthenocarpy by use of auxin.* Agric. and Hort., 13, p. 2213-2228, 1938.

73. Oleson, E. G. — *Artificial induction of parthenocarpic fruiting.* Thesis. State University of Iowa, 1938.

74. Pearse, H. L. — *Growth substances and their practical importance in horticulture.* Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops, Melbourne, Techn. Comm., nº 20, 233 p., 1949.

75. Poma Treccani, C. — *Effetti del sale sodico del 2,4-diclorofenossiacetico sulla produzione di pomodori, zucchine e cocomeri.* Ann. Speriment. Agraria, Roma, n. s., vol. 2, nº 2, p. 173-199, 1948.

76. Raman, K. R. — *Methods of inducing seedlessness in fruits.* Indian, J. Hort., 6, nºs 3-4, p. 11-15, 1949.

77. Savelli, R. — *Il grada di partenocarpia.* Nuovo Gior. Bot. Ital., 34, p. 518-525, 1927.

78. Schaffner, J. H. — *Artificial parthenocarpy.* J. Hered., 26, p. 261-262, 1935.

79. Ségal, M. — *Les fruits sans pépins.* Science et Vie, t. 76, nº 384, p. 191-196, 1949.

80. Sereisky, A. C. — *The hormone factors of fruit formation and the problem of experimental parthenocarpy.* Journ. Inst. Bot. Acad. Sci.

Ukraine. Special Collection in memory of Acad. Lubimenko, p. 115-127, 1938.

81. Sereisky, A. C. — *On the effect of heteroauxin on the ovaries of some plants.* Journ. Inst. Bot. Acad. Sci. Ukraine, nos 21-22, p. 377-393, 1939.

82. Skoog, F. — *Plant growth substances.* 476 p. Univ. Wisc. Press, Madison, 1951.

83. Smith, P. E. — *The influence of 3-indoleacetic acid on pollen germination.* Science, 90, p. 163-164, 1939.

84. Smith, P. E. — *Studies on the growth of pollen with respect to temperature, auxins, colchicine and vitamin B1.* Am. Journ. Bot., 29, p. 56-66, 1942.

85. Solacolu, Th. — *Sur les fruits parthénocarpiques.* C. R. Acad. Sci., 141, p. 897-898, 1905.

86. Sturtevant, E. L. — *Seedless fruits.* Mem. Torrey Bot. Club, 1, no 4, p. 141-185, 1890.

87. Swanson, C. P. — *A simple bio assay method for the determination of low concentrations of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in aqueous solutions.* Bot. Gaz., 107, p. 507-509, 1946.

88. Swanson. C. P. — *Two methods for the determination of the effectiveness of plant growth-regulating substances in oil solution on broadleaf plants.* Bot. Gaz., 107, p. 560-562, 1946.

89. Swarbrick, T. — *The effect of naphtalene-acetic acid and naphtoxy-acetic acid on fruit set and development of tomato and strawberry plants.* Progress report. Univ. Bristol Agr. and Hort. Res. Sta. Long Ashton, Ann. Rept., p. 24-28, 1942.

90. Swarbrick, T. — *Harnessing the hormone.* 52 p. Grower Publ. Ltd., London, 1947.

91. Swarbrick, T. — *Plant growth regulating substances.* New Biology, no 5, p. 47-67, 1948.

92. Thimann, K. V. — *Growth substances in plants.* Ann. Rev. Bioch., 4, p. 545-568, 1935.

93. Tischler, G. — *Über die Entwicklung der Samenanlagen in parthenokarpen Angiospermen-Früchten.* Jahrb. Wiss. Bot., 52, p. 1-84, 1912.

94. Tonzig, S. e Poma Treccani, C. — *Studi sull'azione delle sostanze di crescita sopra il plasma vegetale.* Nuovo Giorn. Bot. Ital., 53, nos 3-4, p. 601-634, 1946.

95. Treub, M. — *L'action des tubes polliniques sur le développement des ovules chez les Orchidées.* Ann. Jard. Bot. Buitenzorg, 3, p. 122, 1883.

96. Van Koot, Y. — *De beïnvloeding van de vruchtzetting door toepassing van groeistoffen.* Med. Dir. Tuinb., 12, no 8, p. 516-527, 1949.

97. Van Overbeek, J., Conklin, N. E. and Blakeslee, A. F. — *Chemical stimulation of ovule development and its possible relation to parthenogenesis.* Amer. J. Bot., 28, p. 647-656, 1941.

98. Van Overbeek, J. — *Growth-regulating subtances in plants.* Ann. Rev. Biochem., 13, p. 631-666, 1944.

99. Van Stuivenberg, J. H. — *Het bespuiten van vruchtbomen met groeistoffen met het doel parthenocarpie te induceren en de late val te beïnvloeden.* Med. Lab. Tuinbouwplantenteelt, 35, 79 p., 1941.

100. Velini, G. — *Peut-on généraliser l'application des facteurs de parthénocarpie ?* Phytoma, nº 3, p. 22-27, novembre 1948.

101. Wain, R. L. — *Setting fruit by chemical treatment.* Farming, vol. 4, nº 8, p. 245-248, 1950.

102. Went, F. W. and Thimann, K. V. — *Phytohormones.* Macmillan, New York, 1937.

103. Went, F. W. — *Factors affecting fruit set in vegetables.* Rio Grande Val. Hort. Inst. Proc., 4, p. 47-53, 1950.

104. Winkler, H. — *Über Parthenogenesis und Apogamie im Pflanzenreiche.* Progressus Rei Botanicae, B. 2, H. 3, p. 293-454, 1908.

105. Wittwer, S. H. — *Growth hormone production during sexual reproduction of higher plants.* Mo. Agr. Expt. Sta. Res. Bull. 371, 1943.

106. Wölfert, G. — *Über Parthenokarpie im Pflanzenreiche.* Thesis. E. Schmalfeld, Hamburg, 1920.

107. Wong, C. Y. — *Induced parthenocarpy.* Science, p. 417, 1939.

108. Wong, C. Y. — *Progress report on induced parthenocarpy in some horticultural crops.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 37, p. 158-160, 1940.

109. Yasuda, S., Komatsu, T. and Nonomura, T. — (*Parthénocarpie causée par le stimulus de la pollinisation chez quelques Solanacées*). En japonais. Agr. and Hort., 5, p. 287-294, 1930.

110. Yasuda, S. — (*Sur le comportement des tubes polliniques dans la production de fruits sans graines à la suite de pollinisation interspécifique*). En japonais. Jap. Jour. Genetics, 8, p. 239-244, 1933.

111. Yasuda, S. — (*Second rapport sur le comportement des tubes polliniques dans la production de fruits sans graines à la suite de pollinisation interspécifique*). En japonais. Jap. Journ. Genetics, 9, p. 118-124, 1934.

112. Yasuda, S. — *(Parthenocarpie induite par le stimulus de la pollinisation chez quelques Solanacées).* En japonais. Agric. and. Hort, 9, p. 647-656, 1934.

113. Yasuda, S. — (*Quelques contributions à la parthénocarpie induite par la stimulation de la pollinisation*). En japonais. Bull. Sci. Fakultato Terkultura, Kjusu Imp. Univ., 7, p. 34-55, 1936.

114. Zimmerman, P. W. and Hitchcock, A. E. — *Experiments with vapors and solutions of growth substances.* Contrib. Boyce Thompson Inst., 10, p. 481-508, 1939.

115. Zimmerman, P. W. and Hitchcock, A. E. — *Formative effects induced with α-naphtoxyacetic acid.* Contrib. Boyce Thompson Inst., 12, p. 1-14, 1941.

116. Zimmerman, P. W. and Hitchcock, A. E. — *Substituted phenoxy and benzoic acid growth substances and the relation of structure to physiological activity.* Contr. Boyce Thompson Inst., 12, nº 5, p. 321-344, 1942.

117. Zimmerman. P. W. — *Formative influence of growth substances on plants.* Cold Spring Harbor Symp., 10, 152, 1942.
118. Zimmerman, P. W. — *The formative influence and comparative effectiveness of various plant hormone like compounds.* Torreya, 43, p. 98-115, 1943.
119. Zimmerman, P. W. — *Present status of plant hormones.* Ind. Engin. Chem., 35, p. 596-601, 1943.
120. Zimmerman, P. W. and Hitchcock, A. E. — *The aerosol method of treating plants with growth substances.* Contr. Boyce Thompson Inst., 13, nº 7, p. 313-322, 1944.

TOMATE

121. Anonyme. — *Seedless tomatoes.* Science Suppl., 97, nº 2509, p. 6, 1943.
122. Anonyme. — *Tomato yields increased by field application of hormones.* Market Growers Jour., 77, nº 5, p. 8, 46, 49, 1948.
123. Borthwick, H. A., Hammer, K. C. and Parker, M. W. — *Histological and microchemical studies of the reactions of tomato plants to indoleacetic acid.* Bot. Gaz., 98, p. 491-519, 1937.
124. Bouillenne, R., Bouillenne-Walrand, M., Noël, R. et Sironval, C. — *Action de quelques substances de croissance ou hormones d'application sur la fructification des tomates.* Bull. Hort., vol. 2, nº 10., p. 291-299, 1947.
125. Clark, E. and Kerns, K. R. — *Effects of growth regulating substances on a parthenocarpic fruit.* Bot. Gaz., 104, p. 639-644, 1943.
126. Clendenning, K. A. — *Growth studies of normal and parthenocarpic tomato fruits.* Canad. J. Res., Section C, vol. 26, nº 6, p. 507-513, 1948.
127. Coste, A. et Gagnard, J. — *Application de phytohormones synthétiques aux cultures de tomates algériennes.* Rev. Franç. Oranger, nº 209, p. 413-418, 1949.
128. Cottenie, A. et De Necker, A. — *Essais comparatifs sur la nouure des tomates.* Rev. Agric., Bruxelles, 2e année, nº 6, 1949.
129. Cottenie, A. — *Vaststellingen bij het opwekken van parthenocarpie bij de tomaat.* Meded. Landbouwhogesch. Gent, 15, 1, p. 264-269, 1950.
130. Feight, J. — *Hormone spray on tomatoes produces favorable results.* Kans. Agr. Student, 27, 4, p. 7, 1950.
131. Ferri, M. G. e Aylthon, B. J. — *Partenocarpia inducida con acido β-naftoxi-acetico.* Bol. Fac. Filos., Cienc. e Letras, S. Paulo, 94, 27 p., 1948.
132. Finn, H. and Wain, R. L. — *Hormone sprays help outdoor tomatoes.* Grower, 33, p. 1117-1119, 1950.
133. Geoerlette, R. — *La production de tomates sans graines.* Ann. Gembloux, 54, nº 3, p. 219-223, 1948.

134. Gustafson, F. G. — *β-naphthoxyacetic acid as an inductor of parthenocarpy in tomatoes.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 40, p. 387-389, 1942.

135. Hammer, C. L., Schomer, H. A. and Marth, P. C. — *Application of growth-regulating substances in aerosol form, with special reference to fruit set in tomato.* Bot. Gaz., 106, nº 1, p. 108-123, 1944.

136. Hawthorn, L. R. — *Seedlessness in tomatoes.* Science, 85, p. 199, 1937.

137. Howlett, F. S. — *Experiments concerning the practicability of certain chemicals as a means of inducing fruit setting in the tomato.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 37, p. 886-890, 1939.

138. Howlett, F. S. — *Use of chemicals to stimulate fruitfulness in tomatoes.* Ann. Rept. Vegetable Growers Assoc., p. 203-214, 1941.

139. Howlett, F. S. — *Effects of indolebutyric acid upon tomato fruit set and development.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 39, p. 217-227, 1941.

140. Howlett, F. S. — *Fruit set and development from pollinated tomato flowers treated with indolebutyric acid.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 41, p. 277-281, 1942.

141. Howlett, F. S. — *Growth-promoting chemicals improve greenhouse tomato production.* Ohio Sta. Bull. 220, p. 17-27, 1943.

142. Howlett, F. S., Freeman, S. and Marth, P. C. — *Aerosol applications of growth regulating substances to the greenhouse tomato.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci, 48, p. 458-474, 1946.

143. Janes, B. E. — *Some chemical differences between artificially produced parthenocarpic fruits and normal seeded fruits of tomato.* Amer. J. Bot., 28, p. 639-646, 1941.

144. Juillet, A. — *Parthénocarpie de la tomate et substances de croissance.* C. R. Acad. Agr. France, 35, p. 345-350, 1949.

145. Juillet, A. — *Traitements des tomates par les hormones parthénocarpiques.* Phytoma, 2, nº 8, p. 5-11, 1949.

146. Kemp, H. K. — *Artificial parthenocarpy in the tomato.* J. Austral. Inst. Agric. Sci., 12, p. 147, 1946.

147. Kemp, H. K. — *Artificial fruit setting in tomatoes.* J. Dept. Agric. South Austr., 51, nº 7, p. 327-335, 1948.

148. King, G. N. — *Artificial parthenocarpy in Lycopersicum esculentum ; tissue development.* Plant Physiology, vol. 22, nº 4, p. 572-581, 1948.

149. Lesley, M. M. and Lesley, J. W. — *Parthenocarpy in a deficient tomato plant and in its aneuploid progeny.* Genetics, 26, p. 159-160, 1941.

150. Lesley, M. M. and Lesley, J. W. — *Parthenocarpy in a tomato deficient for a part of a chromosome and in its aneuploid progeny.* Genetics, 26, p. 374-386, 1941.

151. Luckwill, L. C. — *Fruit-setting sprays for tomatoes.* Agriculture, London, 53, p. 262-265, 1946.

152. Mann, L. K. and Minges, P. A. — *Experiments on setting fruit with growth-regulating substances on field-grown tomatoes in California.* Hilgardia, vol. 19, nº 10, p. 309-337, 1949.

153. Minges, P. A. and Mann, L. K. — *Improving tomato fruit set ; use of hormone spray treatment for improvement of fruit set for spring and early summer harvest.* Calif. Agric., 3, July 1949.

154. Mitchell, J. W. and Whitehead, M. R. — *Effects of vaporous naphthoxy-acetic acid on development of tomato fruits, with special reference to their vitamin C content.* Bot. Gaz., 104, p. 362-365, 1942.

155. Mitchell, J. W. and Whitehead, M. R. — *Seedless tomatoes.* Science, vol. 97, 1943.

156. Murneek, A. E., Wittwer, S. H. and Hemphill, D. D. — *Supplementary « hormone » sprays for greenhouse-grown tomatoes.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 45, p. 371-381, 1944.

157. Murneek, A. E. — *Results of further investigation on the use of « hormone » sprays in tomato culture.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 50, p. 254-262, 1947.

158. Odland, M. L. and Chan, N. S. — *The effect of hormones on fruit set of tomatoes grown at relatively low temperatures.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 55, p. 328-334, 1950.

159. Osborne, D. J. and Wain, R. L. — *Studies on plant growth-regulating substances. II. Synthetic compounds inducing morphogenic responses in the tomato plant.* J. Hort. Sci., 26, p. 60-74, 1950.

160. Owen, O. — 2-4 *dichloor-phenacetic-acid and naphtoxyacetic acid on fruitsetting of tomatoes.* Cheshunt Exp. Res. St., 66, 1944.

161. Persson, A. R. — (*Expériences sur la mise à fruits des tomates cultivées en plein air, à l'aide de substances de croissance*). En norvégien. Garteryrket, 40, p. 479-482, 1950.

162. Randhawa, G. S. — *The effect of different synthetic hormones on fruit set in tomatoes.* Indian J. Hort., 7, 3-4, p. 26-33, 1950.

163. Roberts, R. H. and Struckmeyer, B. E. — *The use of sprays to set greenhouse tomatoes.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci,. 44, p. 417-427, 1944.

164. Sandsten, E. P. — *Excessive feeding as a factor in producing variation in tomato.* Wis. Agr. Exp. Sta. Rep., p. 300-314, 1905.

165. Sayre, C. B. — *Use of nutrient solutions and hormones in the water for transplanting tomatoes and their effect of earliness and total yield.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 36, p. 732-736, 1939.

166. Schroeder, R. A. — *Application of plant hormones to tomato ovaries.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 35, p. 537-538, 1937.

167. Smith, O. and Cochran, H. L. — *Effect of temperature on pollen germination and tube growth in the tomato.* Cornell Agr. Expt. Sta., Mem. 175, 1935.

168. Stier, H. L. and du Buy, H. G. — *The influence of certain phyto-hormone treatments on the time of flowering and fruit production of tomato plants under field conditions.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 36, p. 723-731, 1939.

169. Strong, M. C. — *The effect of various growth-promoting chemicals on the production of tomato fruits in the greenhouse.* Mich. Agr. Exp. Sta., Quart. Bull. 24, p. 56-64, 1941.

170. Strong, M. C. — *Improvement of greenhouse tomato production by use of vaporous beta naphthoxyacetic acid.* Mich. Agr. Expt. Sta. Quart. Bull. 27, p. 225-236, 1944.

171. Strong, M. C. — *Use of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid for the improvement of greenhouse tomato production.* Mich. Agr. Expt. Sta. Quart. Bull. 28, p. 216-225, 1946.

172. Strong, M. C. — *Tests of the hormone Stilbaestrol as an aid in greenhouse tomato production.* Mich. Agr. Expt. Sta. Quart. Bull. 30, p. 51-52, 1947.

173. Swarbrick, T. — *Parthenocarpic production of tomato fruits.* Nature, 156, p. 300-301, 1945.

174. Swarbrick, T. — *The use of growth-promoting substances as a means of inducing set and development in the tomato.* Rep. 1944 Agric. Hort. Res. Sta. Bristol, 1945.

175. Trottmann, M. — *Fructification artificielle de la tomate sous verre par les hormones de synthèse.* Phytoma, 3, 13, p. 12-18, 1950.

176. Van Koot, Y. — *Groeistofbespuiting van tomaat bloemen.* Groenten en Fruit, 's-Gravenhage, 2, 33, p. 256-257.

177. Van Koot, Y. — *Proefnemingen met groeistoffen ter verkrijging van een betere vruchtzetting bij tomaten.* Meded. Direct. Tuinb., Nederland, 10, p. 165-181, 1947.

178. Venkataratnam, L. — *A hormone for improving fruit set and inducing seedlessness in tomatoes.* Indian Farming, 11, p. 191-193, 1950.

179. Wain, R. L. — *Studies on plant-regulating substances. I. Field trials using various synthetic compounds for the setting of outdoor tomatoes.* J. Hort. Sci., 25, nº 4, p. 249-263, 1950.

180. Wallace, M. J. — *Chemical fruit setting and the early tomato.* Smallholder, 84, nº 2127, p. 9, 1951.

181. Went, F. W. — *Plant growth under controlled conditions. II. Thermoperiodicity in growth and fruiting of the tomato.* Amer. Journ. Bot., 31, p. 135-150, 1944.

182. Went, F. W. and Cooper, L. — *Plant growth under controlled conditions. VI. Comparison between field and air-conditioned greenhouse culture of tomatoes.* Amer. J. Bot., 32, p. 643, 1945.

183. Withrow, A. P. — *Comparative effects of radiation and indolebutyric acid emulsion on tomato fruit production.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 46, p. 329-335, 1945.

184. Wittwer, S. H., Stallworth, H. and Howell, M. J. — *The value of a « hormone » spray for overcoming delayed fruit set and increasing yields of outdoor tomatoes.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 51, p. 371-380, 1948.

185. Wittwer, S. H. — *Effect of fruit setting treatment, variety and solar radiation on yield and fruit size of greenhouse tomatoes.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 53, p. 349-354, 1949.

186. Wittwer, S. H. and Schmidt, W. A. — *Further investigations of the effects of « hormone » sprays on the fruiting response of outdoor tomatoes.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 55, p. 335-342, 1950.

187. Woodhead, C. E. and Jacks, H. — *Effects of proprietary plant growth substances on fruit set and development of tomatoes.* New Zealand J. Sci. and Techn. B. Gen. Res. Sect., 32, p. 1-7, 1951.

188. Wurgler, W. et Mottier, P. — *Le développement parthénocarpique des fruits par des substances de croissance. Application de ce principe pour la culture de tomates en serre.* Rev. Hort. Suisse, 22, n° 2, p. 33-42, 1949.

189. Wurgler, W. et Mottier, P. — *Fructification des tomates et substances de croissance.* Rev. Hort. Suisse, 23, n° 11, p. 339-345, 1950.

190. Zimmerman, P. W. and Hitchcock, A. E. — *Substances effective for increasing fruit set and inducing seedless tomatoes.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 45, p. 353-361, 1944.

SOLANUM MELONGENA

191. Bailey, L. H. and Munson, W. M. — *Experiences with egg plants.* Cornell Univ. Agr. Expt. Sta. Bull. 26, 1891.

192. Munson, W. M. — *Preliminary notes on the secondary effects of pollination.* Ann. Rep. Me. Agr. Expt. Sta, p. 29-58, 1892.

193. Ranjan, S. and Kaur, R. — *Hormone induced parthenocarpy in Hibiscus esculentum and Solanum melongena.* Cur. Sci., 20, p. 69-70, 1951.

PIMENT

194. Cochran, H. L. — *Factors affecting flowering and fruit setting in the pepper.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 29, p. 434-437, 1933.

195. Cochran, H. L. — *Abnormalities in the flower and fruit of Capsicum frutescens.* Journ. Agr. Res., 48, p. 737-748, 1934.

196. Cochran, H. L. — *Morphology of an internal type of abnormality in the fruit of the pepper.* Bot. Gaz., 97, p. 408-415, 1935.

197. Cochran, H. L. — *Some factors influencing growth and fruit-setting in the pepper (Capsicum frutescens L.).* Cornell University, Agr. Exp. Sta., Memoir 190, 39 p., July 1936.

198. Smith, P. G. and Heiser, C. B. Jr. — *Taxonomic and genetic studies on the cultivated peppers, Capsicum annuum L. and C. frutescens L.* Amer. J. Bot., 38, p. 362-368, 1951

CUCURBITACÉES

199. Bremen-Estland, W. von. — *Ueber die Parthenokarpie bei Gurken.* Möller's Deutsch. Gärtn. Zeit., 52, p. 21, 1937.

200. Burrell, P. C. and Whitaker, T. W. — *The effect of indole acetic acid on fruit setting in muskmelons.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 37, p. 829-830, 1940.

201. Castetter, E. F. — *Species crosses in the genus Cucurbita.* Amer. Journ. Bot., 17, p. 41-57, 1930.

202. Erwin, A. T. and Haber, E. S. — *Species and varietal crosses in cucurbits.* Iowa Agric. Expt. Sta., Bull. 263, 1929.

203. Hagedoorn-La Brand, A. C. en Hagedoorn, A. L. — *Parthenogenese bij hoogere planten.* Teysmannia, nº 11 en 12, p. 643-657, 1916.

204. Hagedoorn , A. C. — *Parthenogenesis in Cucurbita.* Zeitschr. Indukt. Abst. Vererbungs., 34, p. 186-213, 1924.

205. Havas, L. J. — *Parthenocarpy and accompanying hormonal syndromes induced by unrelated chemicals.* Nature, London, vol. 157, nº 3993, p. 629-630, 1946.

206. Hawthorn, L. R. and Wellington, R. — *Geneva, a greenhouse cucumber that develops fruit without pollination.* N. Y. State Bull. 580, 1930.

207. H. B. — *Japanese seedless watermelon.* Seed World, 67, nº 9, p. 12, 1950.

208. Liu, C. H. and Lou, C. H. — *Fluorescein-induced parthenocarpy.* Nature, London, 155, nº 3923, p. 23, 1945.

209. McCollum, J. P. — *Vegetative and reproductive responses associated with fruit development in the cucumber.* Cornell Univ. Agric. Expt. Sta., Mem. 163, p. 1-27, 1934.

210. Mori, H. — (*Sur la parthénocarpie induite chez Cucurbita moschata DUCH. par des substances de croissance et leur efficacité à prévenir la chute prématurée des fruits*). En japonais. J. Hort. Ass. Japan, 16, p. 154-160, 1947.

211. Munson, W. M. — *Pollination and fertilization of flowers.* Ann. Rep. Me Agr. Exp. Sta., p. 219-229, 1898.

212. Noll, F. — *Fruchtbildung ohne vorausgegangene Bestäubung (Parthenokarpie) bei der Gurke.* Sitzungsb. Niederrhein. Ges. Nat. Heilk. zu Bonn, p. 149-162, 1902.

213. Russek, L. M. — *Experimentos sobre partenocarpia. I. Solanaceas y Cucurbitaceas.* Ciencia (Mexico), 5, nº 1-3, p. 34-36, 1944.

214. Seaton, H. L. — *Relation of number of seeds to fruit size and shape in cucumbers.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 35, p. 654-658, 1937.

215. Strong, W. J. — *Parthenocarpy in cucumber.* Sci. Agr., 12, p. 665-669, 1932.

216. Tiedjens, V. A. — *Sex ratios in cucumber flowers as affected by different conditions of soil and light.* Journ. Agr. Res., 36, p. 721-746, 1928.

217. Tiedjens, V. A. — *The relation of environment to shape of fruit in Cucumis sativus L. and its bearing on the genetic potentialities of the plants.* Jour. Agr. Res. 36, p. 795-809, 1928.

218. Wellington, R. and Hawthorn, L. R. — *A parthenocarpic hybrid derived from a cross between an English forcing cucumber and the Arlington White Spine.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 25, p. 97-100, 1929.

219. Whitaker, T. W. and Pryor, D. E. — *Effect of plant growth regulators on set of fruit from hand-pollinated flowers in Cucumis melo L.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 48, p. 417-422, 1946.

220. Whitaker, T. W. and Bohn, G. W. — *The taxonomy, genetics, production and uses of the cultivated species of Cucurbita.* Economic Botany, vol. 4, nº 1, p. 52-81, 1950.

221. Wong, C. Y. — *Induced parthenocarpy of watermelon, cucumber and pepper by the use of growth promoting substances.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 36, p. 632-636, 1938.
222. Wong, C. Y. — *Induced parthenocarpy of watermelon, cucumber and pepper.* Science, 89, p. 17-18, 1939.
223. Wong, C. Y. — *Chemically induced parthenocarpy in certain horticultural plants, with special reference to the watermelon.* Bot. Gaz., 103, p. 64-86, 1941.
224. Yasuda, S., Inaba, Y et Takahashi, Y. — (*Parthénocarpie causée par la stimulation de la pollination chez quelques Cucurbitacées*). En japonais. Agr. et Hort., 10, p. 1385-1390, 1935.
225. Young, J. O. — *Histological comparison of cucumber fruits developing parthenocarpically and following pollination.* Bot. Gaz., 105, p. 69-79, 1943.

FRAISIER

226. Borgman, H. H. en De Bijl, D. — *Bestuiving en vruchtzetting van aardbeien onder glas.* Med. Direct. Tuinb., 's-Gravenhage, 13, p. 132-138, 1950.
227. Hunter, A. W. — *The experimental induction of parthenocarpic strawberries.* Canad. J. Res., C, 19, p. 413-419, 1941.
228. Swarbrick, T. — *The effect of naphthaleneacetic acid and naphthoxyacetic acid on fruit set and development of tomato and strawberry plants.* Ann. Rept. Agr. Hort. Res. Sta., Long Ashton, Bristol, p. 24-28, 1942.

RONCE

229. Marth, P. C. and Meader, E. M. — *Influence of growth-regulating chemicals on blackberry fruit development.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 45, p. 293-299, 1944.

GROSEILLIER

230. Ewert, R. — *Die Parthenocarpie der Stachelbeere.* Ber. Deutsch. bot. Ges., 26, p. 531-532, 1908.
231. Ewert, R. — *Parthenokarpie bei der Stachelbeere.* Landw. Jahrb., 39, p. 463-470, 1910.

VIGNE

232. Bioletti, F. T. — *The seedless raisin grapes.* Univ. Cal. Agric. Expt. Sta., Bull. 298, 1918.
233. Coombe, B. G. — *Artificial parthenocarpy in grape vines.* Austral. Inst. Agr. Sci. J., 16, p. 69-70, 1950.
234. Krimpas, B. — *L'estropiement des pépins de Corinthe.* C. R. Acad. Athènes, 12 décembre 1929.
235. Levadoux, L. — *La sélection et l'hybridation chez la vigne.* Ann. École nat. Agr. Montpellier, n. s., t. 28, fasc. 3 et 4, p. 165-358, mars 1951.

236. Müller-Thurgau, H. — *Abhängigkeit der Ausbildung der Traubenbeeren und einiger anderer Früchte von der Entwicklung der Samen.* Landwirt. Jahrb. Schweiz, 12, p. 135-205, 1898.

237. Müller-Thurgau, H. — *Kernlose Traubenbeeren und Obstfrüchte.* Landwirt. Jahrb. Schweiz, 22, p. 560-593, 1908.

238. Nedeltcheff, N, et Gueorguieff, I. — *Sur les causes de la coulure, du millerandage et de l'apyrénie chez les vignes cultivées.* Ann. Fac. Agr. Sofia, 8, p. 269-287, 1930.

239. Negrul, A. M. — *Contribution to the question of parthenocarpy and apomixis in the grape.* Bull. Appl. Bot., Genet. and Plant Breed., 2, p. 229-268, 1934.

240. Olmo, H. P. — *Pollination and the setting of fruit in Black Corinth grape.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 34, p. 402-404, 1936.

241. Pearson, H. M. — *Parthenocarpy and seedlessness in Vitis vinifera.* Science, 76, p. 594, 1932.

242. Pearson, H. M. — *Parthenocarpy and seed abortion in Vitis vinifera.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 29, p. 169-175, 1932.

243. Roussopoulos, M. N. — *Sur les pépins du Raisin de Corinthe.* Rev. Bot. Appl. et Agr. Trop., t. 13, nº 142, p. 402-409, 1933.

244. Snyder, E. — *Breeding for seedless Vinifera grapes varieties.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 32, p. 380-383, 1935.

245. Snyder, E. and Harmon, F. N. — « *Synthetic* » *Zante grapes.* Journ. Hered., 31, 7, p. 315-318, 1940.

246. Stout, A. B. — *Breeding for hardy seedless grapes.* Proc. Amer Soc. Hort. Sci., 34, p. 416-420, 1936.

247. Sout, A. B. — *Seedlessness in grapes.* N. Y. State Agric. Exp. Sta., Tech. Bull. 238, 1936.

248. Stout, A. B. — *Progress in breeding for seedless grapes.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 37, p. 627-629, 1939.

249. Susa, T. — *Sterility in certain grapes.* Mem. Hort. Soc. N. Y., 3, p. 223-228, 1927.

250. Weaver, R. J. and Williams, W. O. — *Response of flowers of Black Corinth and fruit of Thompson seedless grapes to applications of plant growth-regulators.* Bot. Gaz., 111, nº 4, p. 477-485, 1950.

POMMIER

251. Bugini, F. — *Partenocarpie e apogamie nelle piante arboree da frutto.* Riv. Frutticultura, Ravenna, 2, p. 182-200, 1938.

252. Coutaud, J. — *Contribution à l'étude de la parthénocarpie chez le pommier.* Ann. Écol. nat. Agric. Rennes, t. 13, p. 199-203, 1950.

253. Dermen, H. — *Aposporic parthenogenesis in a triploid apple Malus hupehensis.* Journ. Arnold Arboretum, 17, p. 90-105, 1936.

254. Deseymard, P. — *La mise à fruit des arbres fruitiers.* Thèse, Université de Toulouse, 1948.

255. Ewert, R. — *Die Parthenokarpie der Obstbäume.* Ber. Deutsch. bot. Ges., 24, p. 414-416, 1906.

256. Ewert, R. — *Die Parthenokarpie oder Jungfernfrüchtigkeit und ihre Bedeutung für den Obstbau.* 58 p., 18 fig., Berlin, 1907.

257. Greene, L. — *Growth regulators and fruit set with Starking apples.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 42, p. 149-150, 1943.

258. Heinicke, A. J. — *Factors influencing the abscission of flowers and partially developed fruits of the apple (Pyrus malus L.).* Cornell Univ., Agr. Exp. Sta., Bull. 393, p. 41-114, 1917.

259. Heinicke, A. J. — *The set of apples as affected by some treatments given shortly before and after the flowers open.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 20, p. 19-25, 1923.

260. Latimer, L. P. and Rawlings, C. O. — *The occurence of seedless apples as a result of frost.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 35, p. 111, 1937.

261. Luckwill, L. C. — *A fruit-setting hormone from apple seeds.* Nature, 158, p. 663, 1946.

262. Luckwill, L. C. — *The hormone content of the seed in relation to endosperm development and fruit drop in the apple.* Jour. Hort. Sci., 24, p. 32-44, 1948.

263. Luckwill, L. C. — *Fruit drop in the apple in relation to seed development.* Ann. Appl. Biol., 36, p. 567-568, 1949.

264. Luckwill, L. C. — *The effect of growth substances applied at full bloom on fruit set and fruit drop in the apple.* Intern. Congr. Crop Protect. Abs. Commun., 2, p. 84, 1949.

265. Mac Daniels, L. H. and Heinicke, A. J. — *Pollination and other factors affecting the set of fruit, with special reference to the apple.* Cornell Univ., Agr. Expt. Sta., Bull. 497, 47 p., 1929.

266. Magness, J. R., Batjer, L. P. and Baynes, W. C. — *Attempts to influence flower bud initiation in apples by chemical growth substances.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 43, p. 53-55, 1943.

267. Marsh, R. S. and Taylor, C. F. — *Observed residual effects on apples of 2,4-D in a central spray system.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 49, p. 59-62, 1947.

268. Osterwalder, A. — *Blütenbiologie, Embryologie und Entwicklung der Früchte unserer Kernobstbäume.* Landw. Jahrb., 39, p. 917-998, 1910.

269. Schneider, G. W. — *The effect of certain chemicals on the fruit set of the apple.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 42, p. 167-176, 1943.

270. Schneider, G. W. and Enzic, J. V. — *Further studies on the effect of certain chemicals on the fruit set of the apple.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 45, p. 63-68, 1944.

271. Varrelman, F. A. — *Anent parthenocarpic apples.* Science, 87, p. 414, 1938.

POIRIER

272. Biedermann, H. — *Parthenokarpie als Ursache missgestalteter Birnenfrüchte.* Nachr. Bl. dtsch. Pfl. Sch. Dienst, Braunschweig, 3, p. 57, 1951.

273. Kolesnikow, V. A. — (*Parthénocarpie et auto-fécondation chez les essences fruitières*). En bulgare. Bulgarian Salgier Pomol. Exp. Sta., 2, p. 3-42, 1927.

274. Kraus, E. J. — *The self-sterility problem.* Jour. Hered., 6, p. 549-557, 1915.
275. Krummel, H. — *Handbuch der Pflanzenzüchtung.* Fasc. 9 et 10, p. 78-91, 1937.
276. Lewis, D. — *Parthenocarpy induced by frost in pears.* J. Pomol., nos 1-2, p. 40-41, 1942.
277. Minerbi, G. — *Partenocarpia da gelate delle pere.* Not. sulle Mal. delle Piante, 12, p. 25-30, 1950.
278. Osborne, D. J. — *Attempts to produce parthenocarpic pears with growth substances.* Ann. Appl. Biol,. 36, p. 551-553, 1949.
279. Osborne, D. J. and Wain, R. L. — *Experiments with growth substances for the setting of parthenocarpic pears.* Second International Congress of Crop Protection, 21-30 July 1949, 2, p. 84-85, 1949.
280. Reinecke, O. S. — *The relation of seed formation to fruit development of the pear.* South Afr. Jour. Sci., 27, p. 303-309, 1930.
281. Waite, B. M. — *The pollination of pomaceous fruits.* Year Book Dept. Agr., 1898.

PRUNUS

282. Dorsey, M. J. — *A study of the cause of « buttons » in the J. H. Hale peach.* Univ. Ill. Agr. Exp. Sta., Bull. 458, 1939.
283. Shing, K. C. and Feng, Y. F. — *A study of the parthenocarpy of the Shen-Chou peach.* Jour. Agr. Assoc. China nº 149, p. 1-13, 1936.
284. Stewart, F. C. and Eustace, H. J. — *Notes from the Botanical Department.* N. Y. Agric. Exp. Sta., Bull. 200, 1901.

CERISIER

285. Gardner, V. R. — *Pollination of the sweet cherry.* Ore. Agric. Expt. Sta., Bull., 116, 1913.
286. Tukey, H. B. — *Development of cherry and peach fruits as affected by destruction of the embryo.* Bot. Gaz., 98, p. 1-23, 1936.

NÉFLIER

287. Kirchner, O. — *Über die kernlose Mispel.* Jahresh. d. Vereins vaterländ. Naturk. Württemberg, p. 31-33, 1900.

ANANAS

288. Cooper, W. C. — *Effect of growth substances on flowering of the Pineapple under Florida conditions.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 41, p. 93-99, 1942.
289. Heilborn, O. — *Notes on the cytology of Ananas sativus LINDL. and the origin of its parthenocarpy.* Arkiv für Bot., 17, 11, 1921-1922.
290. Van Overbeek, J. — *Flower formation in the Pineapple plant as controlled by 2,4-D and naphthaleneacetic acid.* Science, 102, nº 2659, p. 621, 1945.

291. Van Overbeek, J. — *Control of flower formation and fruit size in the Pineapple.* Bot. Gaz., 108, p. 64-73, 1946.

AGRUMES

292. Kumagai, Y. — (*A propos des oranges sans graines*). En japonais. Bull. Soc. Agric. du Japon, nº 252, 1901.

293. Nagai, K. and Tanikawa, T. — *On citrus pollination.* Proc. III Pan-Pacific Sci. Congr., 3, p. 2023-2029, 1926.

294. Pomeroy, C. S. and Aldrich, W. W. — *Set of citrus fruits in relation to application of certain growth substances.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 42, p. 146-148, 1943.

295. Pope, W. T. — *Citrus culture.* Hawaii Agr. Exp. Sta., Bull. 71, 1934.

296. Reinking, O. A. and Groff, G. W. — *The Kao Pan seedless Siamese pummelo and its culture.* Philip. Jour. Sci., 19, p. 389-437, 1921.

297. Reinking, O. A. — *The double pummelo of Banda and Ambon.* Jour. Hered., 20, p. 449-458, 1929.

298. Richards, A. V. — *A new citrus variety : the seedless Bibile sweet orange.* Trop. Agriculturist, 105, 2, p. 47-50, 1949.

299. Sokolskaja, B. P. — (*Une nouvelle méthode pour produire des Citrus parthénocarpiques*). En russe. Soviet Subtropics, 74, nº 10, p. 36-39, 1940.

300. Stewart, W. S. and Klotz, L. J. — *Some effects of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on fruit-drop and morphology of oranges.* Bot. Gaz. 109, p. 150-162, 1947.

301. Torres, J. P. — *Progress report on Citrus hybridization.* Philip. Journ. Agric., 3, 3, 1932.

302. Uphof, J. C. — *Wissenschaftliche Beobachtungen und Versuche an Agrumen. I. Über die Blütenverhältnisse der Tahitilimonelle.* Gartenbauwiss., 4, p. 513-520, 1931.

303. Webber, H. J. — *Influence of pollination on set of fruits in Citrus.* Cal. Citrograph, 15, p. 304, 322-323, 1929-1930.

304. Wright, N. — *On the seedlessness of Citrus fruits with particular reference to Marsh grapefruit.* Trop. Agric., 13, p. 118-122, 1936.

305. Zanini, E. — *L'emploi des stimulants hormonaux pour réduire les phénomènes de coulure et de chute des agrumes. Recherches d'induction parthénocarpique.* Revue Franç. Oranger, vol. 20, nº 217, p. 269-274, septembre 1950.

DIOSPYROS

306. Condit, I. J. — *The Kaki or oriental persimmon.* Univ. Calif. Agric. Expt. Sta. Bull. 316, 1919.

307. Gould, H. P. — *The oriental persimmon.* U. S. Dept. Agric., Washington, Leaflet 194, 1940.

308. Hague, S. (Miss) — *Morphological study of Diospyros virginiana.* Bot. Gaz., 52, p. 34-44, 1911.

309. Hodgson, R. W. — *Floral situation, sex condition and parthenocarpy in the oriental persimmon.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 37, p. 250-252, 1939.
310. Hume, H. H. — *Non-fruiting of Japan persimmons due to lack of pollen.* Science, 30, p. 308-309, 1909.
311. Hume, H. H. — *Effect of pollination of the fruit of Diospyros Kaki.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., p. 88-93, 1913.
312. Longo, B. — *La partenocarpia nel Diospyros virginiana L.* Rendic. R. Accad. dei Lincei. Roma. Cl. sc. fis., mat. e nat., vol. 18, p. 632-635, 1909.
313. Tamari, K. — (*A propos du fruit du Diospyros Kaki*). En japonais. Bull. Soc. Agric. Japon, nº 233-234, février-mars 1901.
314. Wettstein, R. von. — *Über Parthenokarpie bei Diospyros Kaki.* Österr. Bot. Zeitschr., 58, p. 457-462, 1908.
315. Woodburn, W. L. — *Notes on the native seedless persimmons.* Proc. Indiana Acad. Sci., p. 99-101, 1908.
316. Woodburn, W. L. — *Development of the embryosac and endosperm in some seedless persimmons.* Bull. Torrey Bot. Club, 38, p. 379-384, 1911.

OLIVIER

317. Campbell, C. — *Un caso di partenocarpia nell' olivo* ? Nuovo Giornale Bot. Italiano, 19, p. 86-89, 1912.
318. Pirotta, R. e Di Pergola, D. — *Partenocarpia nell' olivo ? Nola preventia.* Bull. Soc. Bot. Ital., p. 122-124, 1913.

FIGUIER

319. Baskaya, M. and Crane, J. C. — *Comparative histology of naturally parthenocarpic, hormone-induced parthenocarpic, and caprified fig syconia.* Bot. Gaz., 111, nº 4, p. 395-413, 1950.
320. Blondeau, R. and Crane, J. C. — *Further studies on the chemical induction of parthenocarpy in the Calimyrna fig.* Plant Physiol., 25, p. 158-168, 1950.
321. Condit, I. J. — *Caprifigs and caprification.* Calif. Agric. Expt. Sta. Bull. 319, p. 341-375, 1920.
322. Condit, I. J. — *The structure and development of flowers in Ficus carica L.* Hilgardia, 6, p. 443-481, 1932.
323. Condit, I. J. — *Parthenocarpy in the fig.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 36, p. 401-404, 1938.
324. Condit, I. J. — *The fig.* 222 p. 27 fig. The Chronica Botanica Co., Waltham, Massachusetts, 1947.
325. Condit, I. J. — *Parthenocarpy in caprifigs.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 52, p. 233-236, 1948.
326. Crane, J. C. and Blondeau, R. — *The use of growth-regulating chemicals to induce parthenocarpic fruit in the Calimyrna fig.* Plant. Physiol., 24, p. 44-54, 1949.
327. Crane, J. C. and Blondeau, R. — *Use of hormones as a substi-*

tute for caprification in the production of Calimyrna figs. Calif. Fig Inst. Proc. Annu. Res. Conf., 3, p. 11-14, 1949.

328. Crane, J. C. and Blondeau, R. — *Controlled growth of fig fruits by synthetic hormone application.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 54, p. 102-108, 1949.

329. Crane, J. C. — *The fruiting habit of the fig.* Calif. Fig Inst. Proc. Annu. Res. Conf., 4, p. 40-42, 1950.

330. Crane, J. C. and Blondeau, R. — *The use of hormone sprays as a substitute for caprification and a comparison of « seedless » and caprified Calimyrna figs.* Calif. Fig Inst. Proc. Annu. Res. Conf., 4, p. 5-9. 1950.

331. Crane, J. C. and Baskaya. M. — *Differential ovary wall development in fruitlets of hormone-induced parthenocarpic Calimyrna fig syconia.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 56, p. 83-85, 1950.

332. Crane, J. C. and Blondeau, R. — *Hormone-induced parthenocarpy in the Calimyrna fig and a comparison of parthenocarpic and caprified syconia.* Plant Physiol., 26, p. 136-145, 1951.

333. Crane, J. C. — *Figs, wasps and hormones.* Amer. Fruit Gr., 71, 4, p. 30-34, 1951.

334. Crane, J. C. — *Seasonal development of caprified and seedless Calimyrna figs.* Calif. Fig Inst. Proc. Annu. Res. Conf. 5, p. 8-10, 1951.

335. Eisen, G. — *Biological studies on figs, caprifigs and caprification.* Calif. Acad. Sci. Proc. ser., 2, 5, p. 897-1001, 1896.

336. Gasparrini, G. — *Ricerche sulla natura del caprifico e del fico, e sulla caprificazione.* Accad. delle Sci. Napoli, 4, p. 321-412, 1845.

337. Heintz, A. — *La culture du figuier en Grande Kabylie.* Rev. Bot. Appl. et Agr. Trop., 16, p. 1002-1007, 1936.

338. Harris, W. B. — *Growth responses with chloro-phenoxyacetic acids in Smyrna figs.* J. Austr. Inst. Agric. Sci., 16, p. 71-72, 1950.

339. Leclerc du Sablon, M. — *Influence de la fécondation sur les caractères des figues.* C. R. Acad. Sci. Paris, t. 144, p. 647-649, 1907.

340. Leclerc du Sablon, M. — *Structure et développement de l'albumen du caprifiguier.* Rev. Gén. Bot., t. 20, p. 14-24, 1908.

341. Leclerc du Sablon, M. — *Observations sur les diverses formes du figuier.* Rev. Gén. Bot., t. 20, p. 129-150, 207-216, 1908.

342. Leclerc du Sablon, M. — *Sur un cas de parthénogénèse du figuier de Smyrne.* Rev. Gén. Bot., t. 22, p. 65-69, 1910.

343. Longo, B. — *Ricerche sul Fico e sul Caprifico.* Rendic. R. Accad. dei Lincei. Roma. Cl. sci. fis., mat. e nat., vol. 15, p. 373-377, 1906.

344. Mueller, F. — *Caprificus und Feigenbaum.* Kosmos, vol. 6, 1882.

345. Smith, R. E. — *The improvement of quality in figs.* Calif. Agr. Expt. Sta. Circ. 311, 1927.

346. Solms-Laubach, H. Graf. — *Die Herkunft, Domestication und Verbreitung des gewöhnlichen Feigenbaums, Ficus Carica L.* Abhandl. Gesell. Wiss., Goettingen, vol. 18, 106 p., 1882.

347. Stewart, W. S. and Condit, J. J. — *The effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and other plant growth regulators on the Calimyrna fig.* Amer. J. Bot., 36, p. 332-335, 1949.

348. Swingle, W. T. — *The dioecism of the fig in its bearing upon caprification.* Science, n. s., 10, p. 570-574, 1899.

349. Swingle, W. T. — *Some points in the history of caprification and in the life history of the fig.* Calif. Fruit Growers Conv. Proc. 34, p. 178-187, 1908.

350. Tschirch, A. — *Die Feigenbäume Italiens (Ficus Carica L.), Ficus Carica α Caprificus und Ficus Carica β domestica und ihre Beziehungen zueinander.* Ber. Deutsch. bot. Gesell., 29, 3, p. 83-96, 1911.

351. Tschirch, A. — *Ueber die Urfeige und ihre Beziehungen zu den Kulturfeigen.* Schweiz. Wochenschr. f. Chemie und Pharmazie p. 1-11, 1911.

352. Warner, R. M., Simmons, P. and Pilgrim, A. J. — *Effect of hormone sprays on yield of Calimyrna figs.* Calif. Fig Inst. Proc. Ann. Res. Conf. 5, p. 13-16, 1951.

353. W. B. H. — *The mystery of the fig unravelled.* The Gardeners' Chronicle, nº 1294, p. 267-268, 1911.

DATTIER

354. Nixon, R. W. — *The direct effect of pollen on the fruit of the date palm.* Jour. Agr. Res., 36, p. 97-128, 1928.

355. Nixon, R. W. and Gardner, F. E. — *Effect of certain growth substances on inflorescences of Dates.* Bot. Gaz., 100, p. 868-871, 1939.

356. Sharples, G. C. and Hilgeman, R. H. — *Progress report : effects of hormone spray applications upon the development and ripening of date fruit.* Date Growers' Inst. Rpt., 24, p. 14, 1950.

MANGUIER

357. Venkataratnam, L. — *Hormone induced set and parthenocarpy in Mango (Mangifera indica L).* Curr. Sci., India, vol. 18, p. 409, 1949.

358. Webber, H. J. — *The economic importance of apogamy in Citrus and Mangifera.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 28, p. 57-61, 1931.

MANGOUSTANIER

359. Horn, C. L. — *Existence of only one variety of cultivated mangosteen explained by asexually formed « seeds ».* Science, 92, p. 237-238, 1940.

360. Sprecher, A. — *Étude sur la semence et la germination du Garcinia mangostana L.* Rev. Gén. Bot., t. 31, p. 513-531, 609-634, 1919.

BANANIER

361. Angremond, A. d'. — *Parthenokarpie und Samenbildung bei Bananen.* Ber. Deutsch. bot. Ges., B. 30, Heft 10, p. 686-691, 1912.

362. Angremond, A. d'. — *Parthenokarpie und Samenbildung bei Bananen.* Flora, 107, p. 57-110. 1915.

363. Sagot, P. — *Bananier Fehi, sa forme asperme et sa forme séminifère.* Bull. Soc. Bot. France, 33, p. 317-326, 1886.
364. Tischler, G. — *Untersuchungen über die Entwicklung des Bananenpollens.* Arch. Zellf., 5, p. 622-670, 1910.

PAPAYER

365. Chandrasekaran, S. N., Madhuram, G. H. and Sundararaj, D. D. — *Half-apocarpy in Carica papaya L.* Cur. Sci., 19, p. 186, 1950.
366. Heilborn, O. — *Taxonomical and cytological studies on cultivated Ecuadorian species of Carica.* Arkiv Bot., 17, 12, 1922.
367. Higgins, J. E. and Holt, V. S. — *The papaya in Hawaii.* Hawaii Agric. Expt. Sta., Bull. 32, 1914.
368. Schaffner, J. H. — *Artificially induced parthenocarpy in Carica papaya.* Jour. Hered., July 1935.
369. Ulsteri, A. — *Studien über Carica papaya L.* Berl. Deutsch. botan. Gesellsch., B. 25, p. 485-495, 1907.

JUJUBIER

370. Chiarugi, A. — *Sulla partenocarpia dello Zizyphus Lotus.* Nuovo Giornale Bot. Italiano, 37, p. 275, 1930.
371. Chiarugi, A. — *Partenocarpia in Zizyphus sativus* Gaertn. Nuovo Gior. Bot. Ital., 37, p. 287-312, 1930.

BIBLIOGRAPHIE COMPLÉMENTAIRE

Notre travail était déjà sous presse lorsque nous avons pu prendre connaissance des publications suivantes :

Capinpin, J. M. and Berenguer, J. L., Jr. — *A cytogenetic study of parthenocarpy in eggplant resulting from interspecific pollination.* Philippine Agr., 34, p. 65-77, 1950.
Osborne, D. J. and Wain, R. L. — *Studies on plant growth-regulating substances. III. The production of parthenocarpic pomaceous fruits by chemical treatment.* J. Hort. Sci., vol. 26, n° 4, p. 317-327, 1951.
Singletary, C. C. and Warren, G. F. — *Influence of time and methods of application of hormones on tomato fruit set.* Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 57, p. 225-230, 1951.
Van der Linden, L. — *De vruchtzetting bij aardbeien met behulp van groeistoffen.* Tuinbouwber., 12, p. 172-173, 1948.

C'est la qualité de la confiture

MATERNE

qui a fait sa renommée.

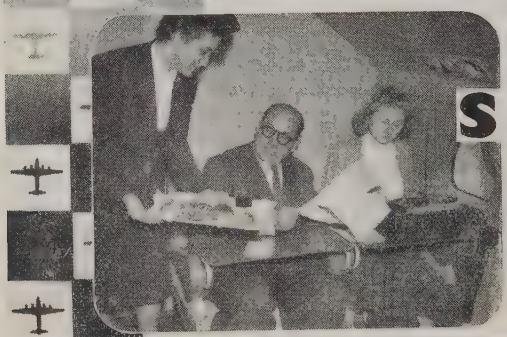
Les progrès réalisés depuis 60 ans par cette firme — la plus importante de Belgique — vous sont un sûr garant de la valeur de ses produits.

La première installation belge de "Quick-Freezing" Fruits et Légumes surgelés à — 40° Frima.
Pectine liquide et sèche.
Conserves de légumes.

Ets. E. MATERNE, Jambes-Bruxelles-Grobbendonk.

Faites comme lui...

POUR VOS AFFAIRES
VOYAGEZ
"à moindres frais" par
SABENA
LIGNES AÉRIENNES BELGES



Faites le compte des faux frais, des repas et des pourboires que vous vous épargnez en voyageant par SABENA, vous vous apercevrez que vous réalisez une économie considérable et que le transport aérien est de loin moins cher qu'on ne croit.

SAVIEZ-VOUS QU'UN ALLER-RETOUR VERS ZURICH, PAR EXEMPLE, NE COUTE QUE F.B. 2.755

Entre l'envol et l'arrivée il y a les menus gratuits SABENA.

IUTA MEMBRE

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS VEUILLEZ VOUS ADRESSER A VOTRE AGENCE DE VOYAGES OU AUX BUREAUX SABENA

PRODUITS PHYTO PHARMACEUTIQUES

pour pulvérisation et poudrage

INSECTICIDES

à base d'arséniates, de DDT, de HCH, etc...

FONGICIDES

à base de colorants, de 2.4 D, et de M. C. P. A.

HORMONES VÉGÉTALES

Rootone, Transplantone, Fruitone

SOCIÉTÉ BELGE DE L'AZOTE ET DES PRODUITS CHIMIQUES DU MARLY

4, Boulevard Piercot, LIEGE

Tél. : 23.79.80/88/89.

Distributeurs « TANK » pour tous engrais

Société de la VIEILLE-MONTAGNE, S. A.

ANGLEUR-LEZ-LIÉGE

ARSENIATE DE CHAUX MARQUE ARSCAL

ARSCAL H. 40

utilisé sous forme de bouillies
Pouvoir normal de suspeusion dans l'eau garanti

ARSCAL S. 13

utilisé pour le poudrage à sec des feuilles en forêt ou en grande culture
adhérénce au feuillage garantie.

DESTRUCTION DES INSECTES RONGEURS, DES CHENYLLES ET PYRALES
LUTTE CONTRE LE DORYPHORE

SULFATE THALLEUX

Très grande toxicité pour d struction des rongeurs, fourmis et autres parasites de l'Agriculture.

SULFATE DE CUIVRE

en cristaux

Tous ces produits sont agréés et enregistrés par le Ministère de l'Agriculture.

ACIDES AMINÉS LIEBIG

« GLOBAMINE »

Type **« Ponte »**
Type **« Lait-Beurre »**
Type **« Croissance »**

Une source garantie d'acides aminés qui assure le succès des aliments composés ou l'amélioration des rations à la ferme.

Vendu et conseillé par les spécialistes

USINES VERMYLEN
S. A.
BAASRODE

PÉPINIÈRES

Louis LENS

Société Anonyme

A WAVRE-NOTRE-DAME (près Malines).

Les plus **GRANDES PÉPINIÈRES** de Belgique, disposent de **TOUS** les plants dont vous avez besoin.

PRIX-COURANT RICHEMENT ILLUSTRÉ
ET GRATUIT

Toujours à votre disposition pour tous renseignements.

Fresnes Nord **Établissements BATTAILLE** Basècles Hainaut

- **ACIDE SULFURIQUE**
- **SUPERPHOSPHATE**
- **Matières premières pour l'Agriculture**
- **ENGRAIS COMPOSÉS ORGANIQUES A BASE DE FERTICILINE POUR L'AGRICULTURE & L'HORTICULTURE.**

ALIMENTS
POUR CHEVAUX ET BESTIAUX.

LA MACHINE A TRAIRE

A POT SUSPENDU

ET PULSATEUR BREVETÉ

FN

Licence DECLAYE

POUR

UNE TRAITE ALTERNATIVE
AVEC MASSAGE PROGRESSIF
DU TRAYON

TRAITE

Naturelle, Saine, Complète, Économique

Les Cruches à Lait

en alliage spécial léger « Aluminium silicé » sont

ROBUSTES

LEGERES

ECONOMIQUES

NE ROUILLENT PAS

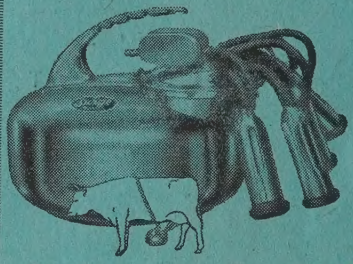
Demandez catalogues et renseignements gratuits à la

Fabrique Nationale d'Armes de Guerre. S. A.
HERSTAL - BELGIQUE

OU A SES AGENTS.

OUI

C'EST VOTRE INTÉRÊT



d'acquérir une trayeuse

à pots suspendus

MAIS

à condition de choisir

la meilleure

celle qui...

- a fait ses preuves depuis 25 ans ;
- est exigée par les 8 dixièmes des cultivateurs belges;
- est la plus répandue dans le monde entier ;
- fut la première et durant 15 ans la seule trayeuse à pots suspendus ;
- est de plus en plus imitée à cause de ses mérites ;
- accentue chaque jour sa supériorité incontestée.

Vous avez certainement reconnu

la **FAMEUSE MACHINE A TRAIRE**

SURGE-MÉLOTTE ORIGINALE

de REPUTATION UNIVERSELLE

Ecrémeuses MELOTTE, s. a., Remicourt.

IMPRIMERIE J. DUCULOT, S. A., GEMBLOUX. *(Imprimé en Belgique)*